

NLU+ lecture 2: Machine Translation

Adam Lopez

14 Jan 2020

School of Informatics
University of Edinburgh

alopez@inf.ed.ac.uk

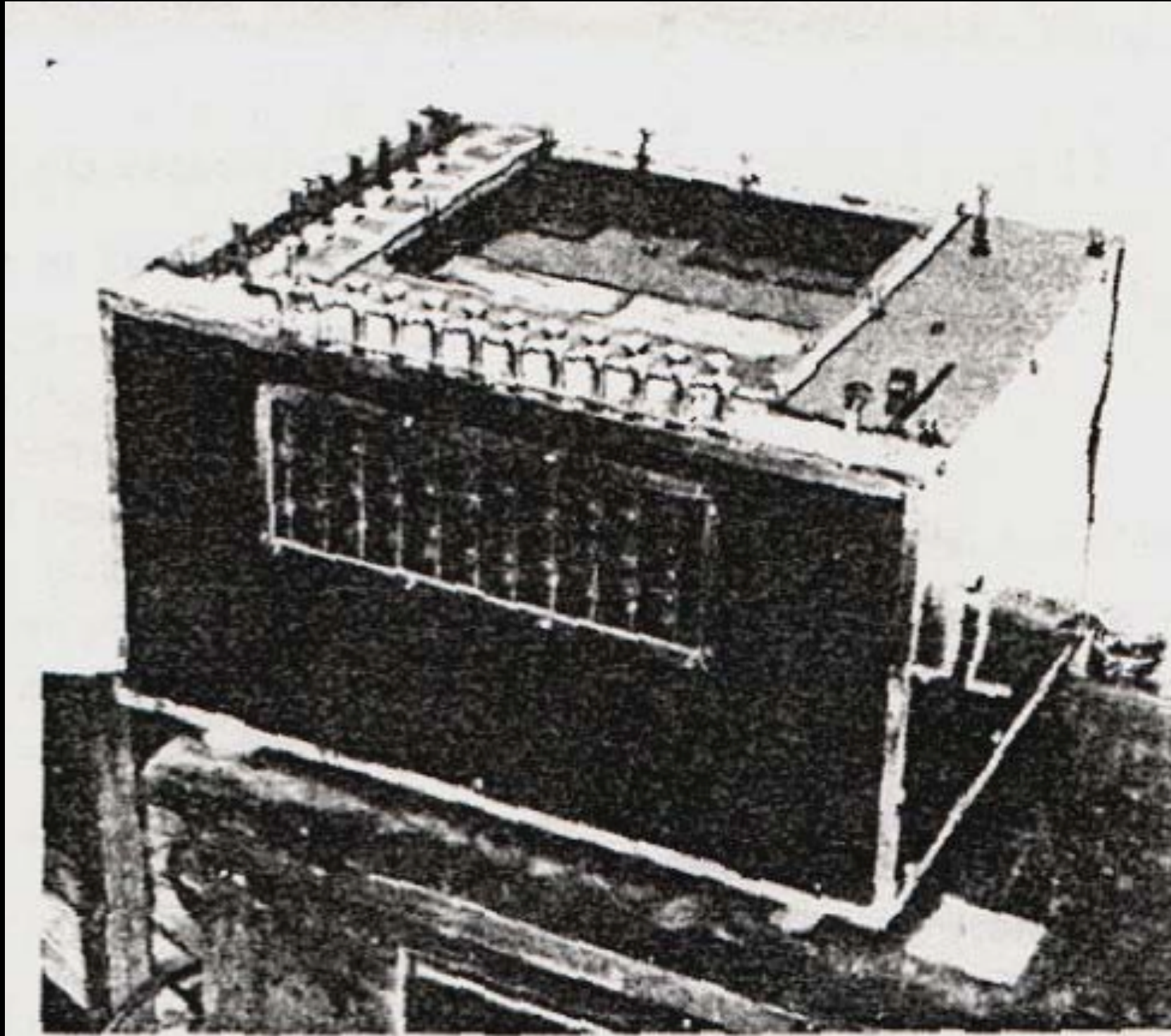
虽然 北 风 呼 啸 ， 但 天 空 依 然 十 分 清 澈 。

虽然 北 风 呼 啸 ， 但 天 空 依 然 十 分 清 澈 。

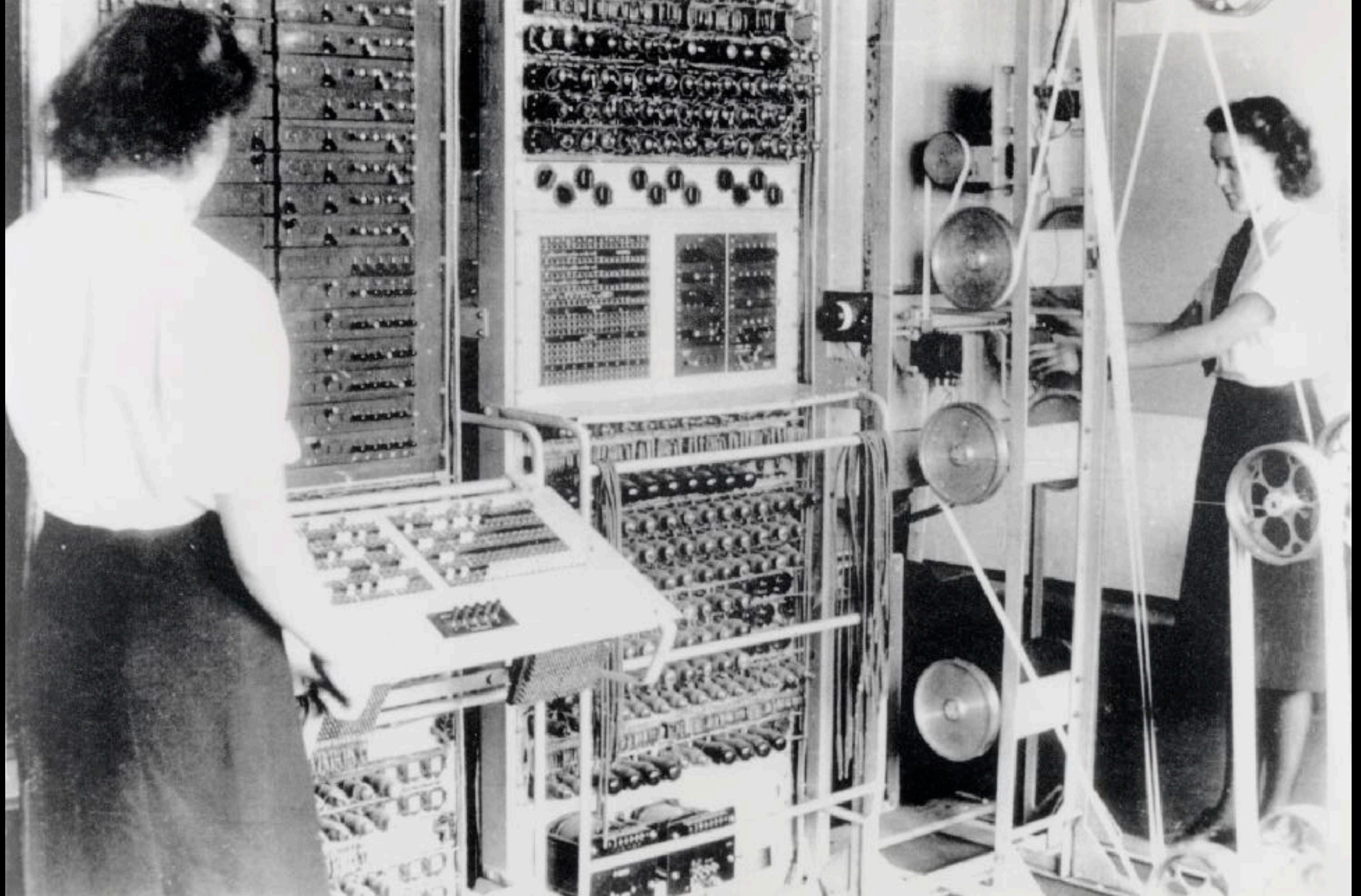
However , the sky remained clear under the strong north wind .



The Confusion of
Tongues
Gustave Doré (1865)



“mechanical brain”, translating machine
patented 1933 in France.



Dorothy Duboisson and Elsie Booker (among world's first programmers) with Colossus (1944)

Recognizing fully, even though necessarily vaguely, the semantic difficulties because of multiple meanings, etc., I have wondered if it were unthinkable to design a computer which would translate.

Warren Weaver (1947)

Some time passes ...

Statistical machine translation live

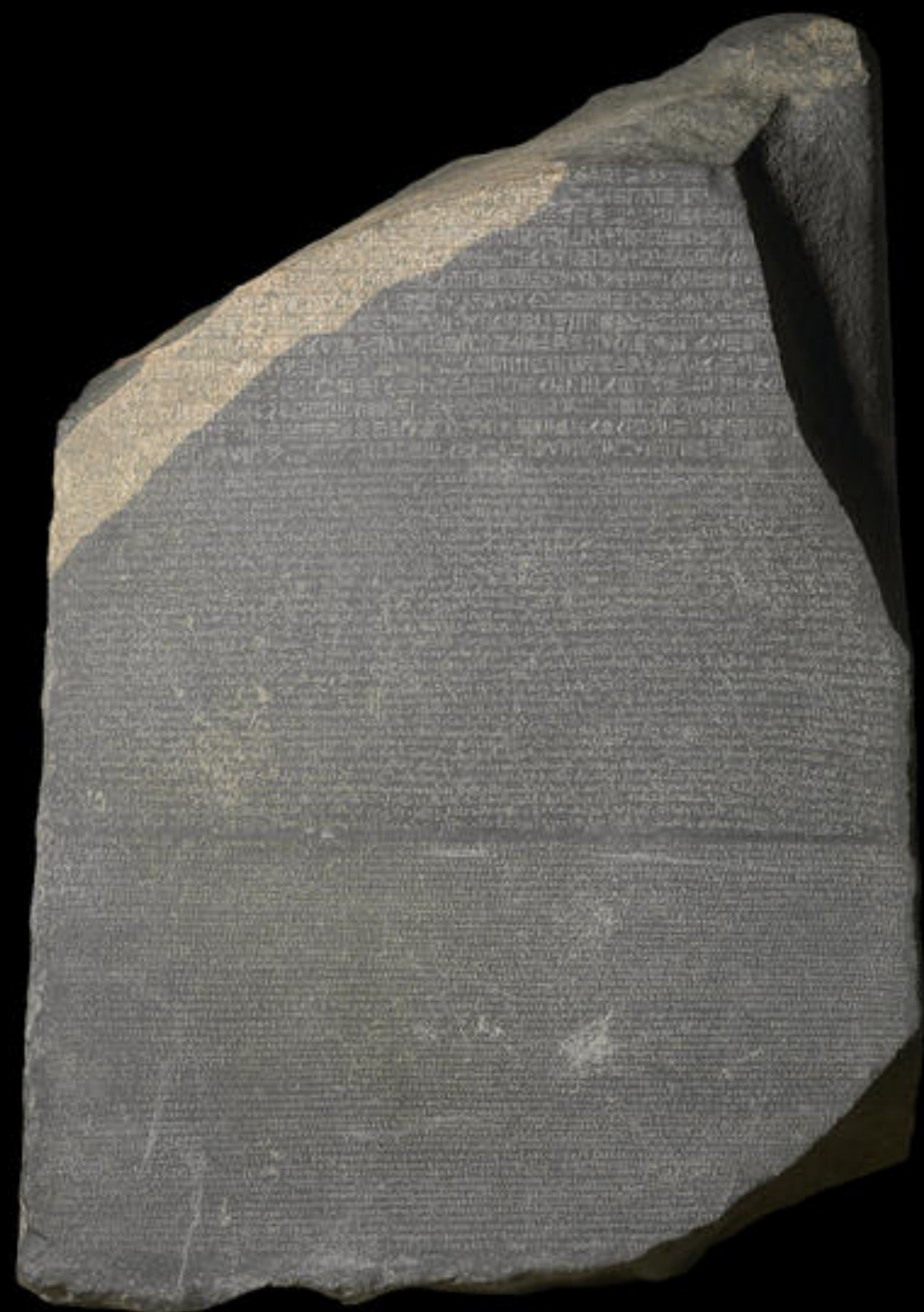
Friday, April 28, 2006

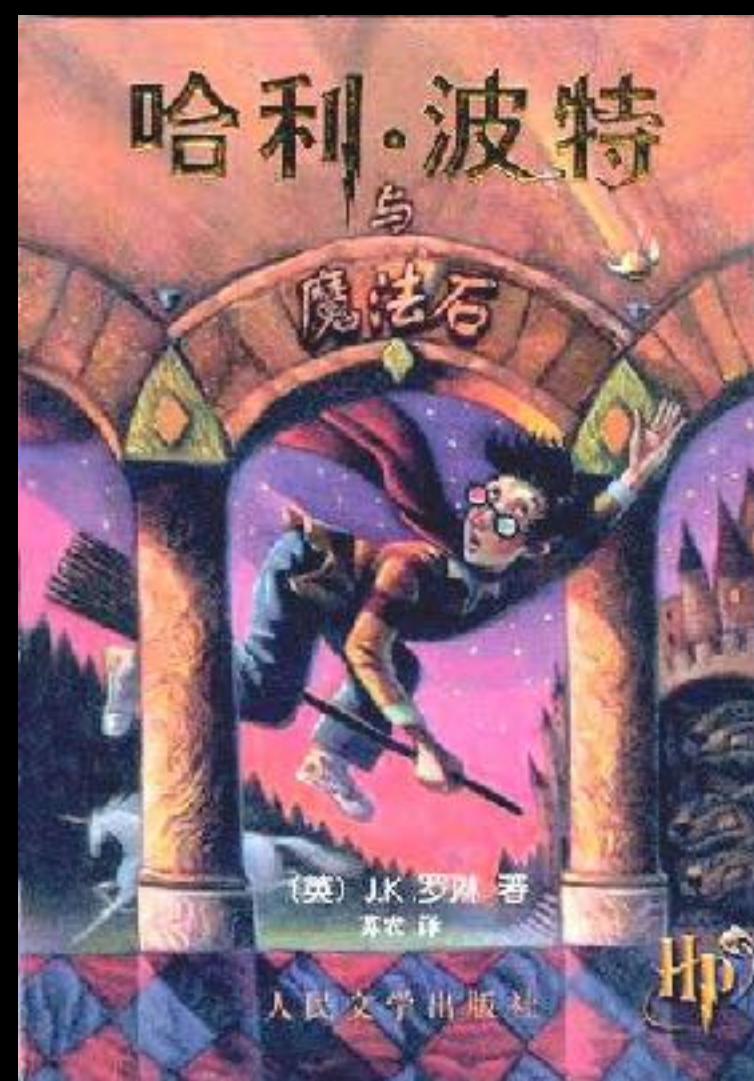
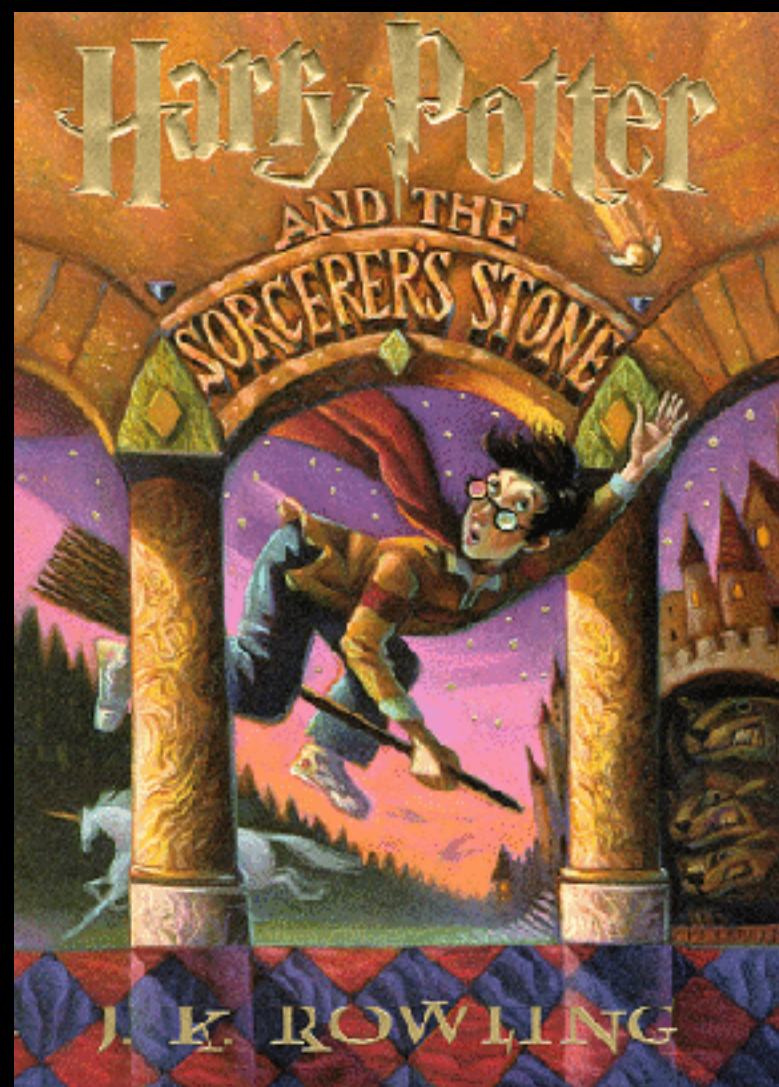
Posted by Franz Och, Research Scientist

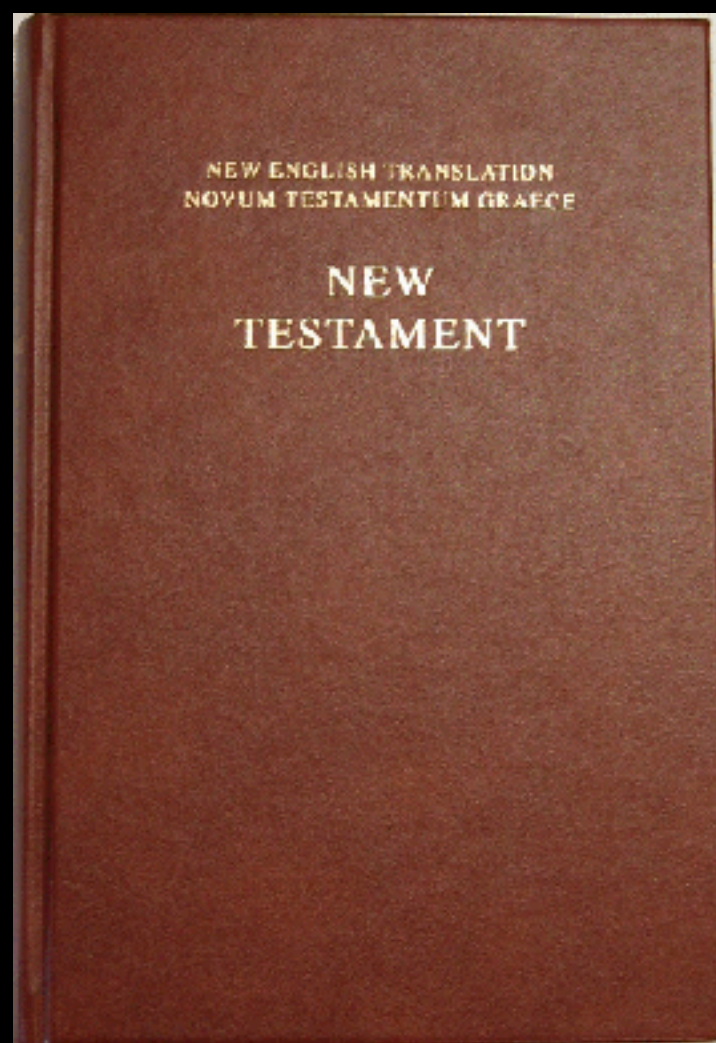
Because we want to provide everyone with access to all the world's information, including information written in every language, one of the exciting projects at Google Research is machine translation. Most state-of-the-art commercial machine translation systems in use today have been developed using a rules-based approach and require a lot of work by linguists to define vocabularies and grammars.

Several research systems, including ours, take a different approach: we feed the computer with billions of words of text, both monolingual text in the target language, and aligned text consisting of examples of human translations between the languages. We then apply statistical learning techniques to build a translation model. We have achieved [very good results](#) in research evaluations.

Now you can see the results for yourself. We recently launched an online version of our system for [Arabic-English](#) and [English-Arabic](#). Try it out!









ABOUT

UN AND CLIMATE ACTION

TAKE ACTION

UN CLIMATE SUMMIT 2019

NEWS & MEDIA

Climate Reports

Key reports on climate action, climate economics, and on issues that highlight climate impacts and solutions.

IPCC Climate Report 2018

Limiting global warming to 1.5°C would require rapid, far-reaching and unprecedented changes in all aspects of society, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) said in a new assessment. With clear benefits to people and natural ecosystems, limiting global warming to 1.5°C compared to 2°C could go hand in hand with ensuring a more sustainable and equitable society.

[IPCC REPORT >](#)



首页

联合国与气候行动

采取行动

联合国气候峰会2019

新闻与媒体

气候报告

关于气候行动、气候经济学和凸显气候影响及解决办法的问题的重要报告

政府间气候变化专门委员会2018年报告

政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 在一项新的评估中表示，将全球升温控制在1.5摄氏度将需要在社会各方面实施快速、深远和前所未有的变革。无论是对于人类还是自然生态系统来说，将全球升温控制在1.5摄氏度内比控制在2摄氏度内有明显的好处。可以与确保建立一个更加可持续和公平的社会这项工作同时进行。

[政府间气候变化专门委员会报告 >](#)



中文

English



ABOUT

UN AND CLIMATE ACTION

TAKE ACTION

UN CLIMATE SUMMIT 2019

NEWS & MEDIA

首页

联合国与气候行动

采取行动

联合国气候峰会2019

新闻与媒体

Climate Reports

Key reports on climate action, climate economics, and on issues that highlight climate impacts and solutions.

气候报告

关于气候行动、气候经济学和凸显气候影响及解决办法的问题的重要报告

IPCC Climate Report 2018

Limiting global warming to 1.5°C would require rapid, far-reaching and unprecedented changes in all aspects of society, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) said in a new assessment. With clear benefits to people and natural ecosystems, limiting global warming to 1.5°C compared to 2°C could go hand in hand with ensuring a more sustainable and equitable society.

[IPCC REPORT >](#)



政府间气候变化专门委员会2018年报告

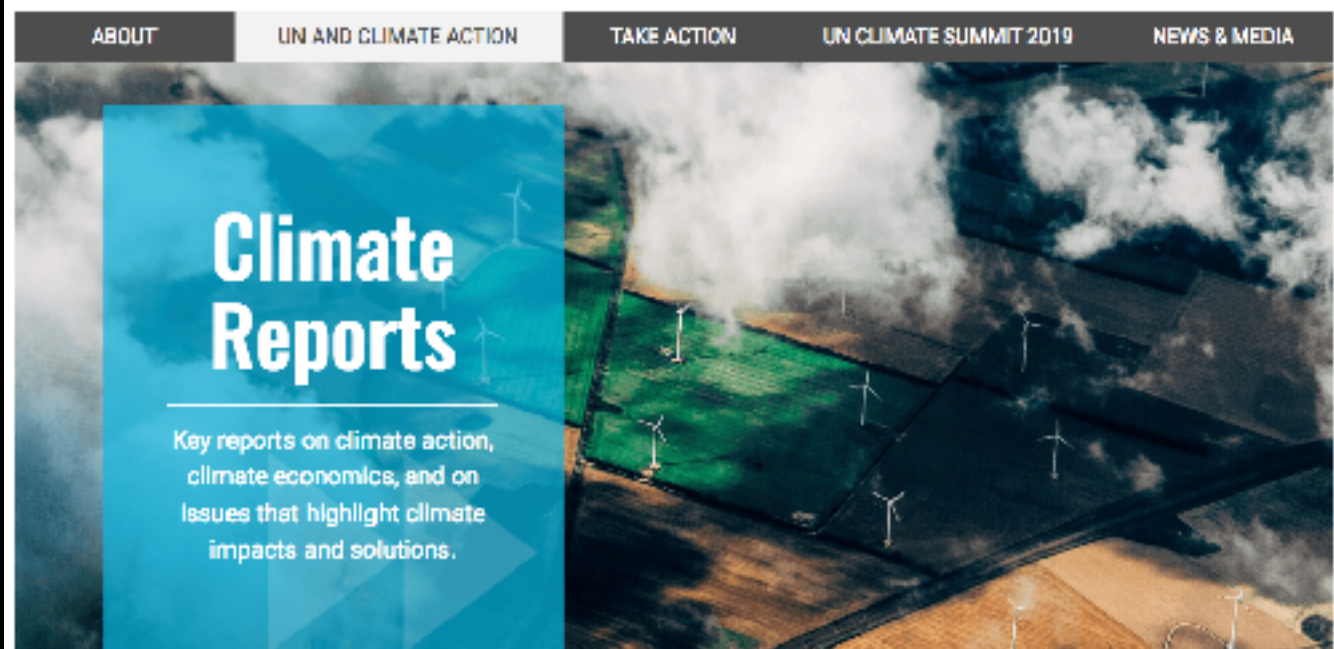
政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 在一项新的评估中表示, 将全球升温控制在1.5摄氏度将需要在社会各方面实施快速、深远和前所未有的变革。无论是对于人类还是自然生态系统来说, 将全球升温控制在1.5摄氏度内比控制在2摄氏度内有明显的好处。可以与确保建立一个更加可持续和公平的社会这项工作同时进行。

[政府间气候变化专门委员会报告 >](#)



中文

English



IPCC Climate Report 2018

Limiting global warming to 1.5°C would require rapid, far-reaching and unprecedented changes in all aspects of society, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) said in a new assessment. With clear benefits to people and natural ecosystems, limiting global warming to 1.5°C compared to 2°C could go hand in hand with ensuring a more sustainable and equitable society.

[IPCC REPORT >](#)



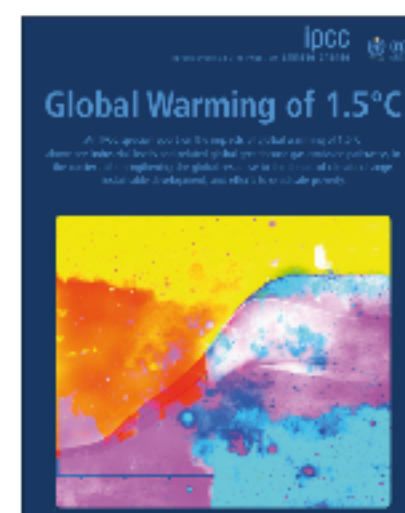
气候报告

关于气候行动、气候经济学和凸显气候影响及解决办法的问题的重要报告

政府间气候变化专门委员会2018年报告

政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 在一项新的评估中表示, 将全球升温控制在1.5摄氏度将需要在社会各方面实施快速、深远和前所未有的变革。无论是对于人类还是自然生态系统来说, 将全球升温控制在1.5摄氏度内比控制在2摄氏度内有明显的好处。可以与确保建立一个更加可持续和公平的社会这项工作同时进行。

[政府间气候变化专门委员会报告 >](#)



Translation Exercise

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .

ok-voon ororok sprok .

at-voon bichat dat .

ok-drubel ok-voon anak plok sprok .

at-drubel at-voon pippat rrat dat .

erok sprok izok hihok ghirok .

totat dat arrat vat hilat .

ok-voon anak drok brok jok .

at-voon krat pippat sat lat .

wiwok farok izok stok .

totat jjat quat cat .

lalok sprok izok jok stok .

wat dat krat quat cat .

lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .

wat jjat bichat wat dat vat eneat .

lalok brok anak plok nok .

iat lat pippat rrat nnat .

wiwok nok izok kantok ok-yurp .

totat nnat quat oloat at-yurp .

lalok mok nok yorok ghirok klok .

wat nnat gat mat bat hilat .

lalok nok crrrok hihok yorok zanzanok .

wat nnat arrat mat zanzanat .

lalok rarok nok izok hihok mok .

wat nnat forat arrat vat gat .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .

ok-voon ororok sprok .

at-voon bichat dat .

ok-drubel ok-voon anak plok sprok .

at-drubel at-voon pippat rrat dat .

erok sprok izok hihok ghirok .

totat dat arrat vat hilat .

ok-voon anak drok brok jok .

at-voon krat pippat sat lat .

wiwok farok izok stok .

totat jjat quat cat .

lalok sprok izok jok stok .

wat dat krat quat cat .

lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .

wat jjat bichat wat dat vat eneat .

lalok brok anak plok nok .

iat lat pippat rrat nnat .

wiwok nok izok kantok ok-yurp .

totat nnat quat oloat at-yurp .

lalok mok nok yorok ghirok klok .

wat nnat gat mat bat hilat .

lalok nok crrrok hihok yorok zanzanok .

wat nnat arrat mat zanzanat .

lalok rarok nok izok hihok mok .

wat nnat forat arrat vat gat .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .

arrat : hihok

at-drubel : ok-drubel

at-voon : ok-voon

at-yurp : ok-yurp

bat : klok

bichat : ororok

cat : stok

dat : sprok

eneat : enemok

forat : rarok

gat : mok

hilat : ghirook

iat : lalok

jjat : farok

krat : jok

lat : brok

mat : yorok

nnat : nok

oloat : kantok

pippat : anok

quat : izok

rrat : plok

sat : drok

totat : erok

totat : wiwok

vat : izok

wat : lalok

zanzanat : zanzanok

??? : crrrok

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .

arrat : hihok

at-drubel : ok-drubel

at-voon : ok-voon

at-yurp : ok-yurp

bat : klok

bichat : ororok

cat : stok

dat : sprok

eneat : enemok

forat : rarok

gat : mok

hilat : ghirok

iat : lalok

jjat : farok

krat : jok

lat : brok

mat : yorok

nnat : nok

oloat : kantok

pippat : anak

quat : izok

rrat : plok

sat : drok

totat : erok

totat : wiwok

vat : izok

wat : lalok

zanzanat : zanzanok

??? : crrrok

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
/ / / / \ \ \ \ \
lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

arrat : hihok	gat : mok	pippat : anak
at-drubel : ok-drubel	hilat : ghirok	quat : izok
at-voon : ok-voon	iat : lalok	rrat : plok
at-yurp : ok-yurp	jjat : farok	sat : drok
bat : klok	krat : jok	totat : erok
bichat : ororok	lat : brok	totat : wiwok
cat : stok	mat : yorok	vat : izok
dat : sprok	nnat : nok	wat : lalok
eneat : enemok	oloat : kantok	zanzanat : zanzanok
forat : rarok		??? : crrrok

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
 / / / / \ \ \ \ \
 lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

erok sprok izok hihok ghirok .

\ \ X /
 totat dat arrat vat hilat .

ok-voon anak drok brok jok .

\ X X X
 at-voon krat pippat sat lat .

lalok mok nok yorok ghirok klok .

\ X | X
 wat nnat gat mat bat hilat .

lalok sprok izok jok stok .

\ | X /
 wat dat krat quat cat .

lalok rarok nok izok hihok mok .

\ X X /
 wat nnat forat arrat vat gat .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
 \ / \ / \
 lalok anak brok enemok kantok ghirok ok-yurp .

erok sprok izok hihok ghirok .

\ / \ /
 totat dat arrat vat hilat .

ok-voon anak drok brok jok .

\ / \ /
 at-voon krat pippat sat lat .

lalok mok nok yorok ghirok klok .

\ / | \
 wat nnat gat mat bat hilat .

lalok sprok izok jok stok .

\ | / \
 wat dat krat quat cat .

lalok rarok nok izok hihok mok .

\ / \ /
 wat nnat forat arrat vat gat .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
 lalok brok anak kantok ghirok enemok ok-yurp .

erok sprok izok hihok ghirok .

totat dat arrat vat hilat .

ok-voon anak drok brok jok .

at-voon krat pippat sat lat .

lalok mok nok yorok ghirok klok .

wat nnat gat mat bat hilat .

lalok sprok izok jok stok .

wat dat krat quat cat .

lalok rarok nok izok hihok mok .

wat nnat forat arrat vat gat .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
 lalok brok anak kantok ghirok enemok ok-yurp .

5040 possible orderings!

erok sprok izok hihok ghirok .

totat dat arrat vat hilat .

ok-voon anak drok brok jok .

at-voon krat pippat sat lat .

lalok mok nok yorok ghirok klok .

wat nnat gat mat bat hilat .

lalok sprok izok jok stok .

wat dat krat quat cat .

lalok rarok nok izok hihok mok .

wat nnat forat arrat vat gat .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
/ / / / \ \ \ \
lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
/ / / / / /
lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
/ / / / / /
lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
/ / / / \ \ \ \
lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok **anok enemok** ghirok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
/ / / / \ \ \ \ \
lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak enemok ghirok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak **enemok ghirok** kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok **ghirok enemok** .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak **ghirok enemok** kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok **ghirok enemok** .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak ghirok enemok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok **anok ghiro**k enemok kantok ok-yurp .

ok-drubel anok ghiro k farok .
wiwok rarok nok zerok ghiro k enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anok plok sprok .
erok sprok izok hihok ghiro k .
ok-voon anok drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anok plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghiro k klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanok .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok **anok ghirok** enemok kantok ok-yurp .

ok-drubel **anok ghirok** farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak ghirok enemok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak ghirok **enemok kantok** ok-yurp .

ok-drubel anak ghirok farok .
wiwok rarok nok zerok ghirok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghirok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghirok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak ghilok **enemok kantok** ok-yurp .

ok-drubel anak ghilok farok .
wiwok rarok nok zerok ghilok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok **enemok kantok** ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghilok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghilok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak ghilok enemok kantok ok-yurp .

ok-drubel anak ghilok farok .
wiwok rarok nok zerok ghilok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghilok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghilok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .

totat nnat forat arrat mat bat .

arrat : hihok

at-drubel : ok-drubel

at-voon : ok-voon

at-yurp : ok-yurp

bat : klok

bichat : ororok

cat : stok

dat : sprok

eneat : enemok

forat : rarok

gat : mok

hilat : ghirook

iat : lalok

jjat : farok

krat : jok

lat : brok

mat : yorok

nnat : nok

oloat : kantok

pippat : anok

quat : izok

rrat : plok

sat : drok

totat : erok

totat : wiwok

vat : izok

wat : lalok

zanzanat : zanzanok

??? : crrrok

totat nnat forat arrat mat bat .

arrat : hihok

at-drubel : ok-drubel

at-voon : ok-voon

at-yurp : ok-yurp

bat : klok

bichat : ororok

cat : stok

dat : sprok

eneat : enemok

forat : rarok

gat : mok

hilat : ghirook

iat : lalok

jjat : farok

krat : jok

lat : brok

mat : yorok

nnat : nok

oloat : kantok

pippat : anok

quat : izok

rrat : plok

sat : drok

totat : erok

totat : wiwok

vat : izok

wat : lalok

zanzanat : zanzanok

??? : crrrok

totat nnat forat arrat mat bat .
erok | wiwok nok rarok hihok yorok klok .

arrat : hihok

at-drubel : ok-drubel

at-voon : ok-voon

at-yurp : ok-yurp

bat : klok

bichat : ororok

cat : stok

dat : sprok

eneat : enemok

forat : rarok

gat : mok

hilat : ghirok

iat : lalok

jjat : farok

krat : jok

lat : brok

mat : yorok

nnat : nok

oloat : kantok

pippat : anak

quat : izok

rrat : plok

sat : drok

totat : erok

totat : wiwok

vat : izok

wat : lalok

zanzanat : zanzanok

??? : crrrok

totat nnat forat arrat mat bat .
erok | wiwok nok rarok hihok yorok klok .

ok-drubel anak ghiorok farok .
wiwok rarok nok zerok ghiorok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghiorok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghiorok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
erok | **wiwok nok** rarok hihok yorok klok .

ok-drubel anak ghiorok farok .
wiwok rarok nok zerok ghiorok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghiorok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghiorok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok nok rarok hihok yorok klok .

ok-drubel anak ghiorok farok .
wiwok rarok nok zerok ghiorok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghiorok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghiorok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanok .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok rarok nok hihok yorok klok .

ok-drubel anak ghiorok farok .
wiwok rarok nok zerok ghiorok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghiorok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghiorok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanok .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok rarok nok hihok yorok klok .

ok-drubel anak ghiorok farok .
wiwok rarok nok zerok ghiorok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghiorok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghiorok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok rarok **nok hihok** yorok klok .

ok-drubel anak ghiorok farok .

wiwok rarok nok zerok ghiorok enemok .

ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .

lalok klok izok vok ok-drubel .

ok-voon ororok sprok .

ok-drubel ok-voon anak plok sprok .

erok sprok izok hihok ghiorok .

ok-voon anak drok brok jok .

wiwok farok izok stok .

lalok sprok izok jok stok .

lalok brok anak plok nok .

lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .

wiwok nok izok kantok ok-yurp .

lalok mok nok yorok ghiorok klok .

lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .

lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok rarok **nok hihok** yorok klok .

ok-drubel anak ghiorok farok .
wiwok rarok nok zerok ghiorok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghiorok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghiorok klok .
lalok **nok crrrok hihok yorok** zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok rarok **nok crrrok hihok yorok** klok .

ok-drubel anak ghrok fark .
wiwok rarok nok zerok ghrok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghrok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok fark izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok fark ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghrok klok .
lalok **nok crrrok hihok yorok** zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok rarok nok crrrok hihok yorok klok .

ok-drubel anak ghrok fark .
wiwok rarok nok zerok ghrok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghrok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok fark izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok fark ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghrok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok rarok nok crrrok hihok yorok klok .

ok-drubel anak ghiorok farok .
wiwok rarok nok zerok ghiorok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghiorok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok farok izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghiorok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanok .
lalok rarok nok izok hihok mok .

totat nnat forat arrat mat bat .
wiwok rarok nok crrrok hihok yorok klok .

ok-drubel anak ghrok fark .
wiwok rarok nok zerok ghrok enemok .
ok-drubel ziplok stok vok erok enemok kantok ok-yurp zinok jok yorok klok .
lalok klok izok vok ok-drubel .
ok-voon ororok sprok .
ok-drubel ok-voon anak plok sprok .
erok sprok izok hihok ghrok .
ok-voon anak drok brok jok .
wiwok fark izok stok .
lalok sprok izok jok stok .
lalok brok anak plok nok .
lalok fark ororok lalok sprok izok enemok .
wiwok nok izok kantok ok-yurp .
lalok mok nok yorok ghrok klok .
lalok nok crrrok hihok yorok zanzanak .
lalok rarok nok izok hihok mok .

Is this exercise realistic?

In real natural language...

Is this exercise realistic?

In real natural language...

...words are ambiguous

English: bank

French: banque



French: rive



Is this exercise realistic?

In real natural language...

...words have complex *morphology*

Tense	I	you	he, she, it	we	you	they
Present	arrive	arrive	arrives	arrive	arrive	arrive
Past	arrived	arrived	arrived	arrived	arrived	arrived

Is this exercise realistic?

In real natural language...

...words have complex *morphology*

	singular	plural
nominative	I	we
oblique	me	us
possessive determiner	my	our
possessive pronoun	mine	ours
reflexive	myself	ourselves

Is this exercise realistic?

In real natural language...

...words have complex *morphology*

	Singular	Plural
Nominativ	das Haus	die Häuser
Genitiv	des Hauses	der Häuser
Dativ	dem Haus dem Hause	den Häusern
Akkusativ	das Haus	die Häuser

Is this exercise realistic?

In real natural language...

...words have complex *morphology*

Finnish: ostoskeskuksessa

ostos#keskus+N+Sg+Loc:in

shopping#center+N+Sg+Loc:in

English: 'in the shopping center'

Is this exercise realistic?

In real natural language...

...word order matters

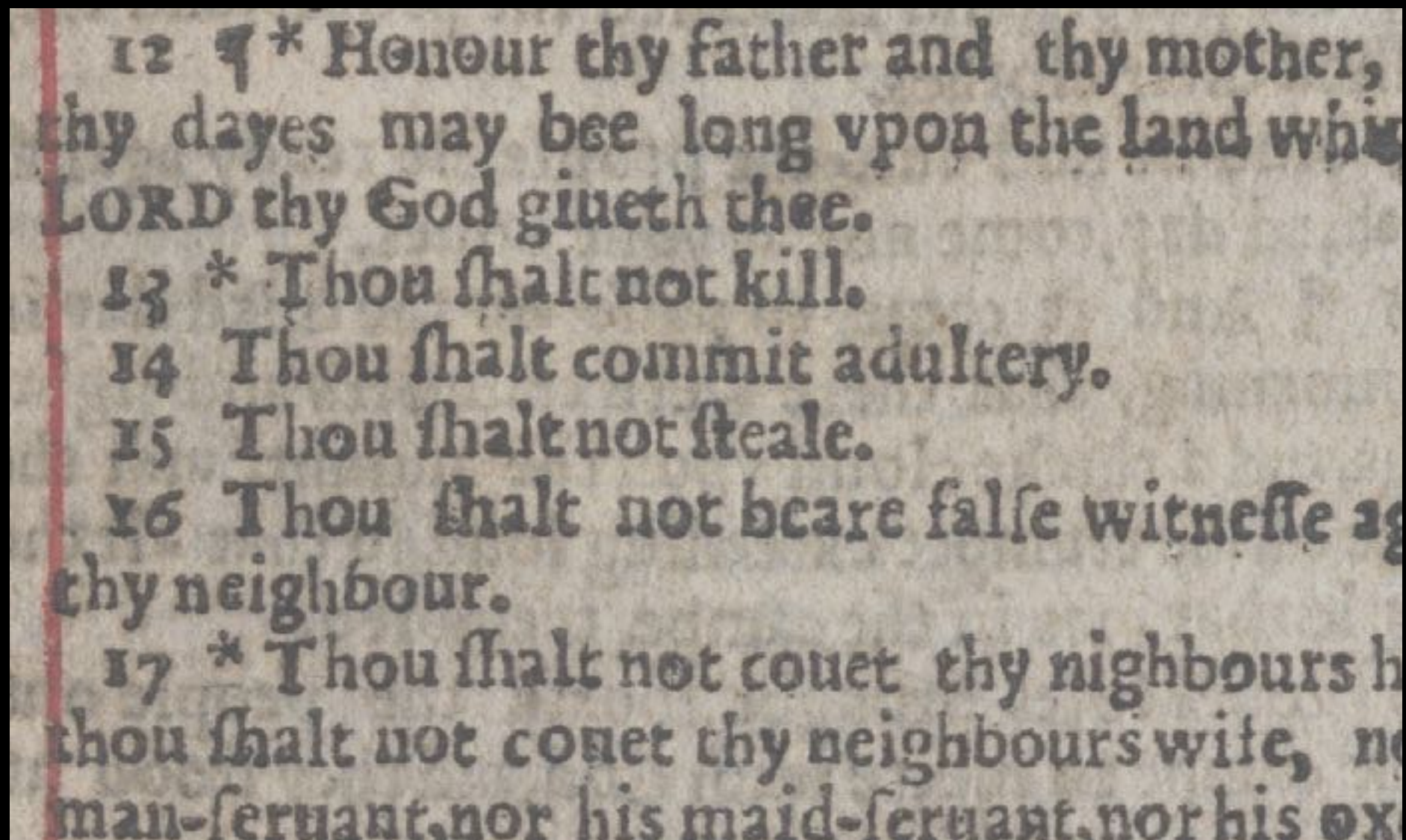
Jaime loves Casey

Casey loves Jaime

Is this exercise realistic?

In real natural language...

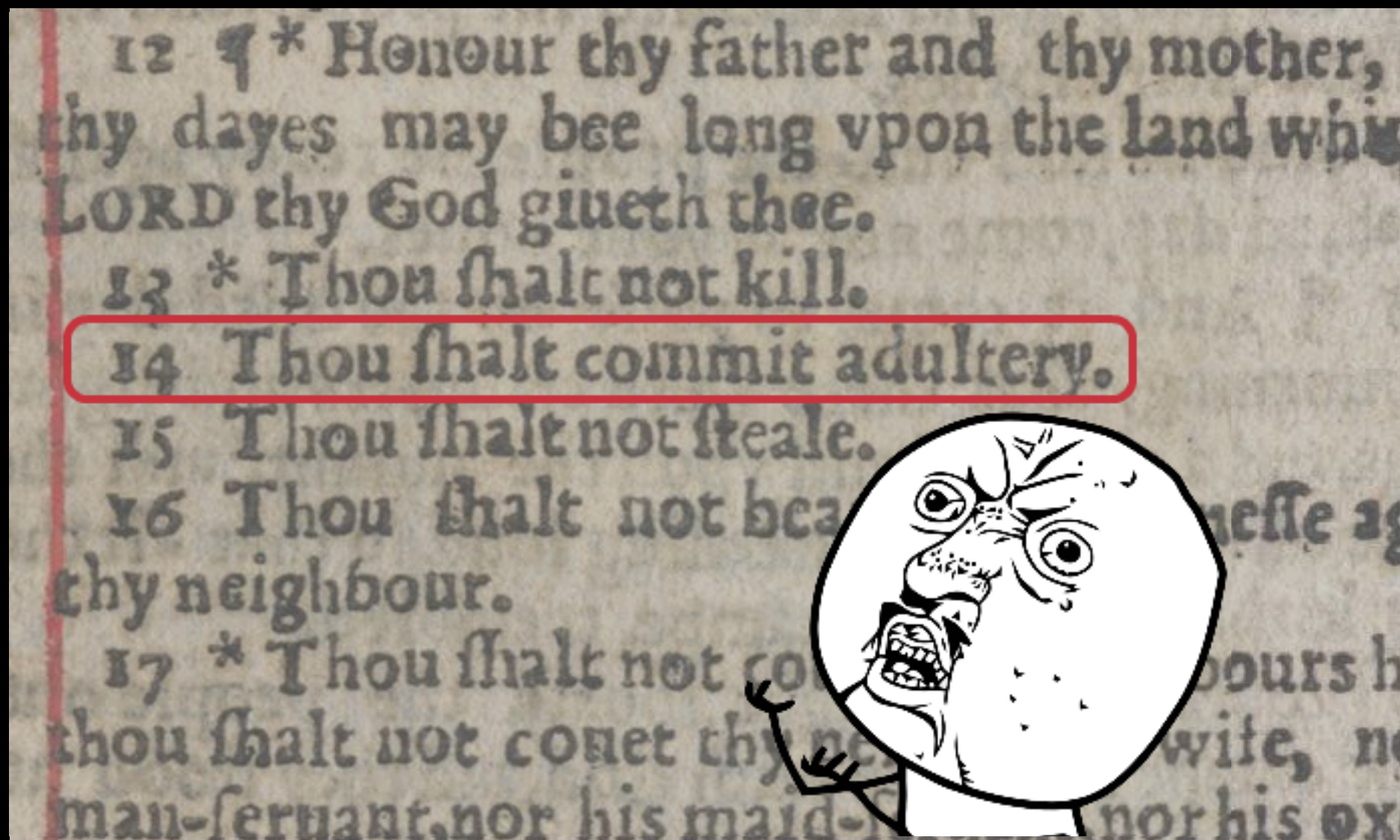
...every word matters



Is this exercise realistic?

In real natural language...

...every word matters



Is this exercise realistic?

In real natural language...

...sentences are longer and more complex.

Greta Thunberg and fellow youth climate campaigners are demanding that global leaders immediately end the “madness” of huge ongoing investments in fossil fuel exploration and enormous subsidies for coal, oil and gas use.

Is this exercise realistic?

iat lat pippat eneat hilat oloat at-yurp .
lalok brok anak ghirok enemok kantok ok-yurp .

ok-voon ororok sprok .

at-voon bichat dat .

ok-drubel ok-voon anak plok sprok .

at-drubel at-voon pippat rrat dat .

erok sprok izok hihok ghirok .

totat dat arrat vat hilat .

ok-voon anak drok brok jok .

at-voon krat pippat sat lat .

wiwok farok izok stok .

totat jjat quat cat .

lalok sprok izok jok stok .

wat dat krat quat cat .

lalok farok ororok lalok sprok izok enemok .

wat jjat bichat wat dat vat eneat .

lalok brok anak plok nok .

iat lat pippat rrat nnat .

wiwok nok izok kantok ok-yurp .

totat nnat quat oloat at-yurp .

lalok mok nok yorok ghirok klok .

wat nnat gat mat bat hilat .

lalok nok crrrok hihok yorok zanzanok .

wat nnat arrat mat zanzanat .

lalok rarok nok izok hihok mok .

wat nnat forat arrat vat gat .

la empresa tiene enemigos fuertes en Europa .

Garcia and associates .

\ \ /
Garcia y asociados .

Carlos Garcia has three associates .

\ \ | | /
Carlos Garcia tiene tres asociados .

his associates are not strong .

| \ X /
sus asociados no son fuertes .

Garcia has a company also .

| \ X X /
Garcia tambien tiene una empresa .

its clients are angry .

/ / | \
sus clientes estan enfadados .

the associates are also angry .

/ / X \
los asociados tambien estan enfadados .

the clients and the associates are enemies .

\ \ | / / / /
los clientes y los asociados son enemigos .

the company has three groups .

\ | / / /
la empresa tiene tres grupos .

its groups are in Europe .

/ | | \
sus grupos estan en Europa .

the modern groups sell strong pharmaceuticals .

| X \ X /
los grupos modernos venden medicinas fuertes .

the groups do not sell zanzanine .

| | / / /
los grupos no venden zanzanina .

the small groups are not modern .

/ X X \
los grupos pequenos no son modernos .

la empresa tiene enemigos fuertes en Europa .
the company has strong enemies in Europe .

Garcia and associates .

Garcia y asociados .

Carlos Garcia has three associates .

Carlos Garcia tiene tres asociados .

his associates are not strong .

sus asociados no son fuertes .

Garcia has a company also .

Garcia tambien tiene una empresa .

its clients are angry .

sus clientes estan enfadados .

the associates are also angry .

los asociados tambien estan enfadados .

the clients and the associates are enemies .

los clientes y los asociados son enemigos .

the company has three groups .

la empresa tiene tres grupos .

its groups are in Europe .

sus grupos estan en Europa .

the modern groups sell strong pharmaceuticals .

los grupos modernos venden medicinas fuertes .

the groups do not sell zanzanine .

los grupos no venden zanzanina .

the small groups are not modern .

los grupos pequenos no son modernos .

Key points to remember

- Very simple cues are very helpful in translation.
 - Pairs of words that occur consecutively in the target language (bigrams).
 - Pairs of source and target words that frequently occur together in translations.
- Q for next time: how would you model these cues?
- Q for all the time: what are the ways in which this can fail?