

„Mann“ is to „Donna“ as 「国王」 is to « Reine » Adapting the Analogy Task for Multilingual and Contextual Embeddings

Timothee Mickus¹ Eduardo Calò² Léo Jacqmin³
Denis Paperno² Mathieu Constant⁴

¹ Helsinki University, Finland

² Utrecht University, Netherlands

³ Orange Labs, France

⁴ ATILF, CNRS/Université de Lorraine, France



Research question

The analogy task used to be a staple for **evaluating static embeddings**.
How should it be adapted for **multilingual** & **contextualized** embeddings?

Data

- We translate the Balanced Analogy Test Set of [1], to obtain a Multilingual Analogy Test Set (MATS)

	de	es	fr	it	nl	zh
I01	Tag : Tage	día : días	jour : jours	dio : dèi	rol : rollen	×
I02	Rat : Räte	voz : voces	bail : baux	base : basi	vlo : vloaien	×
I03	süß: süßer	barato : barata	chanceux : chanceuse	colto : colta	oud : ouder	×
I04	rein : reinste	feo : feísimo	drôle : drôlissime (33)	duro : durissimo	rijk : rijkst	×
I05	hören : hört	crear : crea	dire : dit	godere : gode	vraagen : vraagt	×
I06	teilnehmen : teilnehmend	creer : creyendo	gérer : gérant	gestire : gestendo	leren : lerend	×
I07	sehen : gesehen	decir : dicho	croire : cru	perdere : perso	hoor : gehoord	×
I08	glaubend : glaubt	girando : gira	lisant : lit	succedendo : succede	gaand : gaat	×
I09	fragend : gefragt	uniendo : unido	ratant : raté	capendo : capito	vragend : gevraagd	×
I10	wird : geworden	ejecuta : ejecutado	suit : suivi	sente : sentito	volgt : gevolgd	×
D01	Arm : armlos	cabeza : cabecita	culture : culturel	stella : stellina	ego : egoloos	强 : 强度
D02	fähig : unfähig	editado : inédito	pair : impair	certo : incerto	zeker : onzeker	国际 : 国际化
D03	Kind : kindlich	real : realmente	fort : fortement	ampio : ampiamente	feest : feestelijk	重要 : 重要性
D04	mäßig : übermäßig	poblado : sobrepoblado	aigu : suraigu	umano : sovrumano	vol : overvol	语言 : 语言学
D05	fest : Festigkeit	fijo : fijeza	fou : folie	raro : rarità	vast : vastheid	自由 : 自由主义
D06	geben : wiedergeben	mandar : remandar	lire : relire	spedire : rispedito	bouwen : herbouwen	虫 : 虫儿
D07	haften : haftbar	evitar : evitable	jeter : jetable	vivere : vivibile	eeten : eetbaar	打火 : 打火机
D08	tun : Täter	diseñar : diseñador	tuer : tueur	gestire : gestore	boksen : bokser	孩子 : 小孩子
D09	reduzieren : Reduktion	acusar : acusación	priver : privation	mutare : mutazione	inspireren : inspiratie	开发 : 开发人员
D10	erklären : Erklärung	elevar : elevamiento	licencier : licenciement	pagare : pagamento	verklaren : verklaring	想 : 想想
L01	Kuh : Wirbeltier/...	ganso : pájaro/...	caille : vertébré/...	ape : insetto/...	coyote : carnivoor/...	猫头鹰 : 鸟/...
L02	Foto : Bild/...	sofá : mueble/...	bureau : objet/...	pompelmo : frutto/...	jas : eenheid/...	架 : 家具/...
L03	Boot : Post/...	color : blanco/...	mois : décembre/...	canzone : inno/...	tasse : gral/...	甜点 : 蛋糕/...
L04	Bart : Haar	agua : oxígeno/...	océan : eau	neve : acqua/...	staal : ijzer/...	旗 : 纸/...
L05	Kalb : Vieh/...	cantante : coro/...	juré : jury	pecora : gregge	kal : vee/...	鹅 : 群
L06	Byte : Bit	guitarra : cuerda/...	film : épisode/...	corpo : petto/...	euro : cent	门 : 铰链/...
L07	ängstlich : entsetzt/...	amar : adorar/...	poney : cheval	triste : depresso/...	aap : gorilla	湿 : 浸泡/...
L08	Fahrrad : Rad	madre : mamá	marché : bazar	roccia : sasso	vader : papa	勇 : 勇敢
L09	heiß : frostig/...	claro : oscuro	sec : humide/...	sano : pazzo/...	jong : gaga/...	甜 : 酸/...
L10	tot : lebendig	sucio : limpio	chute : montée	dopo : prima	west : oost	内 : 外
E01	Lima : Peru	Bagdad : Irak	Damas : Syrie	Kiev : Ucraina	Zagreb : Kroatie	安曼 : 约旦
E02	Iran : Persisch	Camboya : jemer	Égypte : arabe	Marocco : berbero/...	Cuba : Spaans	伯利兹 : 英语
E03	München : Bayern (13)	Barcelona : Cataluña (11)	Nîmes : Gard (50)	Roma : Lazio (17)	Maastricht : Limburg (10)	西安 : 陕西 (27)
E04	Marx : Deutsch	Homero : griego	Tolstoi : russe	Pascal : francese	Hegel : Duits	孟子 : 中国
E05	Dante : Dichter	Depp : actor/...	Lincoln : président	Hawking : fisico/...	Locke : filosoof	孔子 : 哲学家
E06	Ente : Küken	cigüeña : cigoñino	daim : faon	ape : larva	eend : eendje/...	猴子 : 双/...
E07	Kuh : muhen	lobo : aulla	hyène : rire	cane : abbaire	ezel : balken/...	猫 : 喵/...
E08	Wal : Meer/...	castor : río	bovin : étable	corvo : nido/...	beer : kooi/...	狐狸 : 洞穴
E09	Kirsch : rot/...	peonia : roja/...	sel : blanc	tè : nero/...	bloed : rood	蚂蚁 : 黑色/...
E10	Stier : Kuh	niño : niña	roi : reine	leone : leonessa	opa : oma	老公 : 老婆
Tot	1,963	1,961	1,983	1,967	1,960	1,477

Table: MATS: examples per subcategory.

Baselines

- How do humans fare on the task?

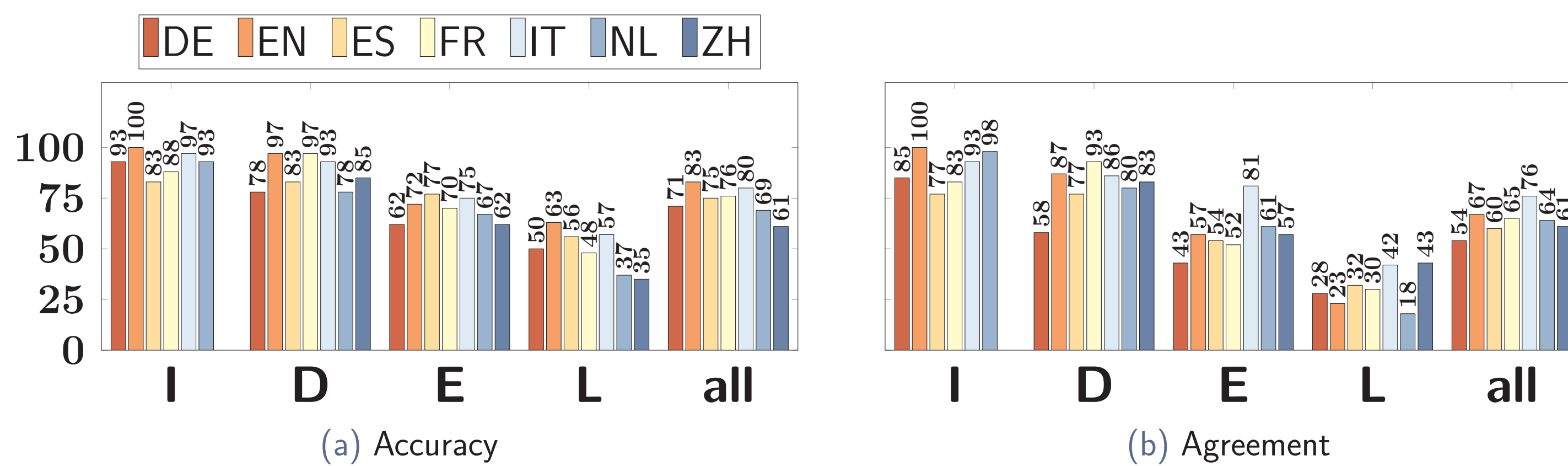


Figure: Expert manual annotations of MATS/BATS samples.

- Linguists do not consistently achieve 100% accuracy at the task
- Agreement scores can be low
- Not all categories are equally difficult

- How do static vectors fare on the task?

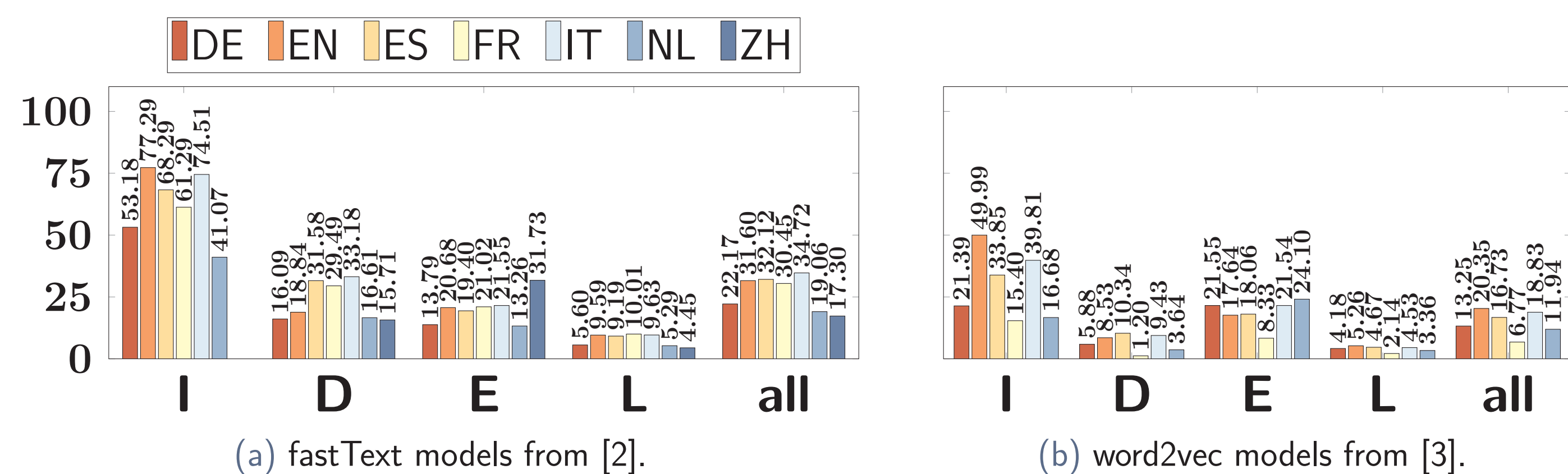
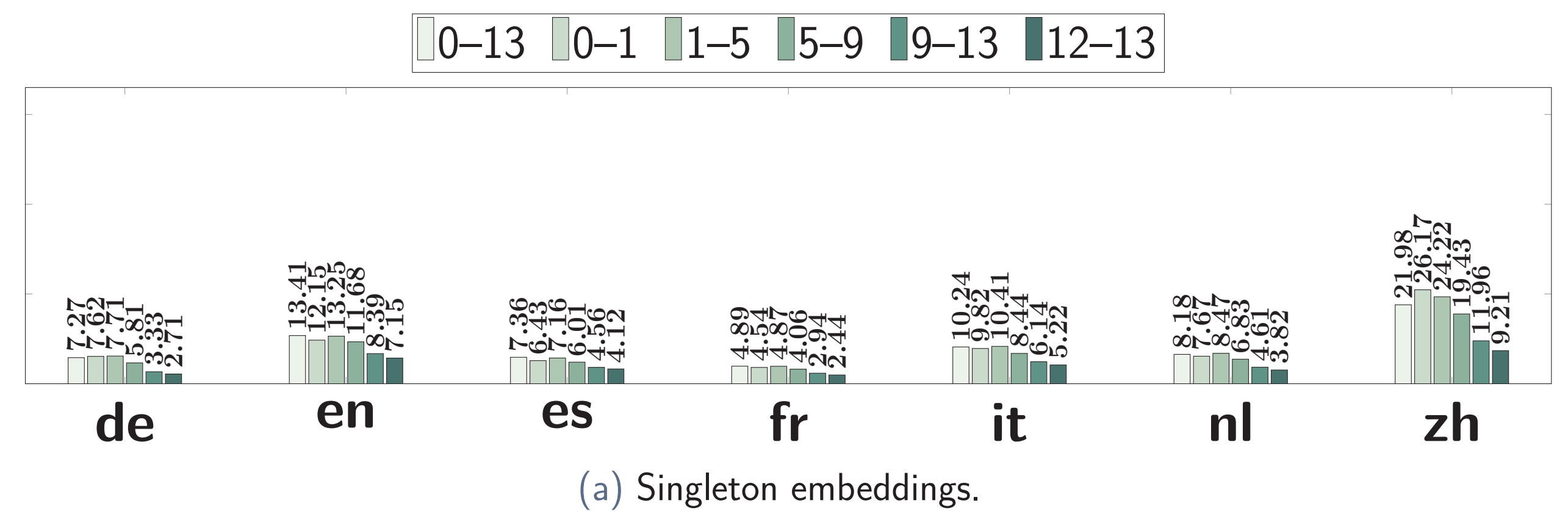


Figure: Static models performance (3CosAdd).

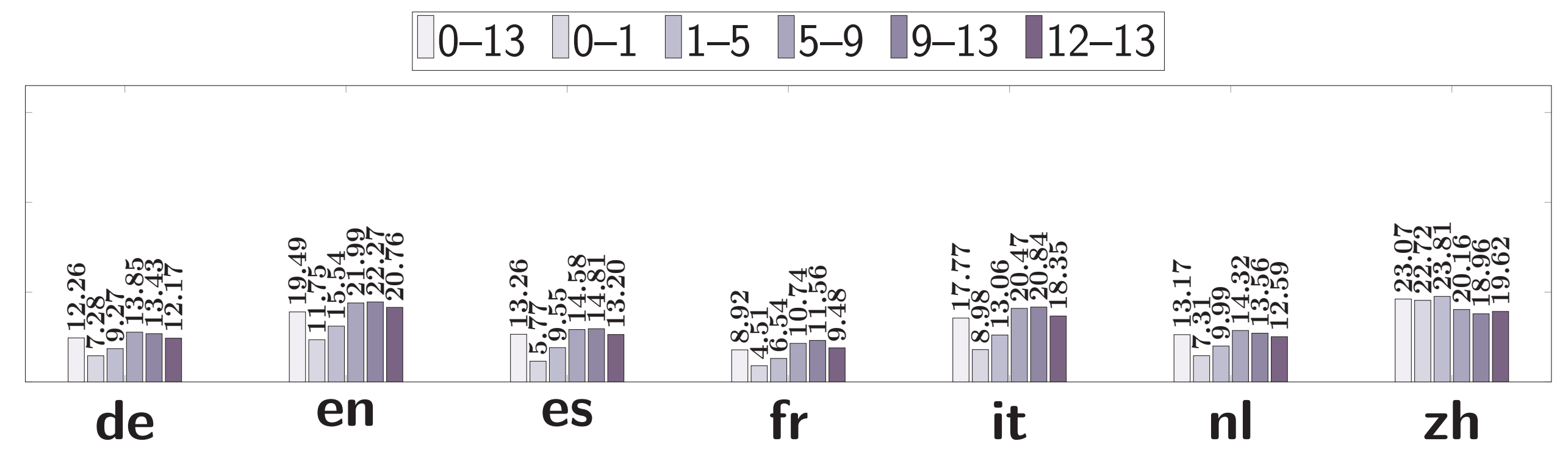
- fastText improvements mostly stem from **morphological relations**.

Static-ifying contextual embeddings?

- We focus on mBERT and test two approaches:
 1. **Singleton**: Embed each word on its own
 2. **Context-sample**: Average contextualized embedding across 10 sampled contexts



(a) Singleton embeddings.



(b) Context-sample embeddings.

Figure: Static mBERT: overall results (3CosAdd).

- Earlier layers are better for singleton, but not necessarily for context-sample

Leveraging context?

- We can formulate analogy as an unmasking task:

“**a**₁” is to “**a**₂” as “**b**₁” is to “[MASK]”.

- We experiment with and without quotes.

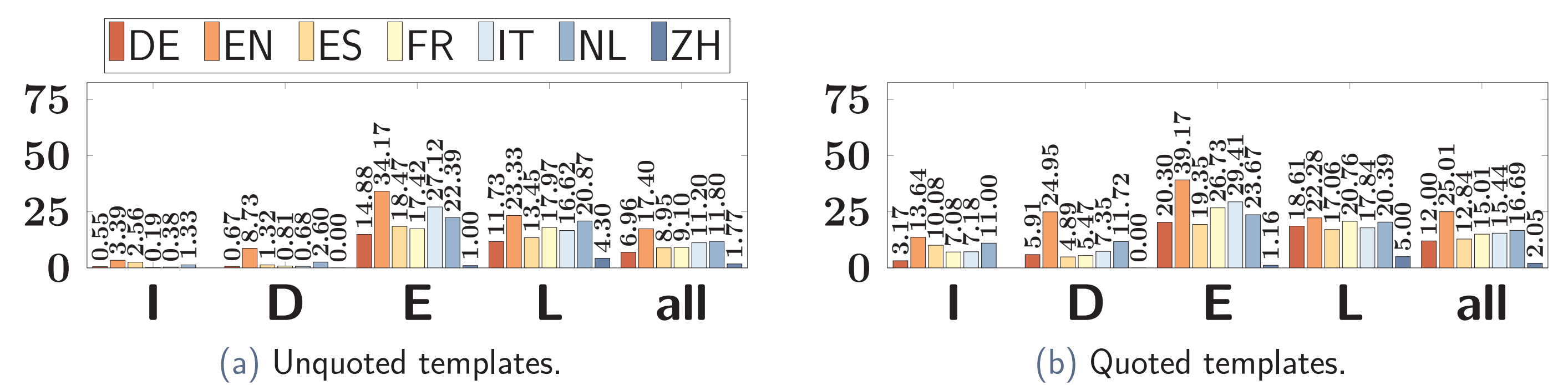


Figure: mBERT prompt-based performance.

- What if we had worded the prompt differently?

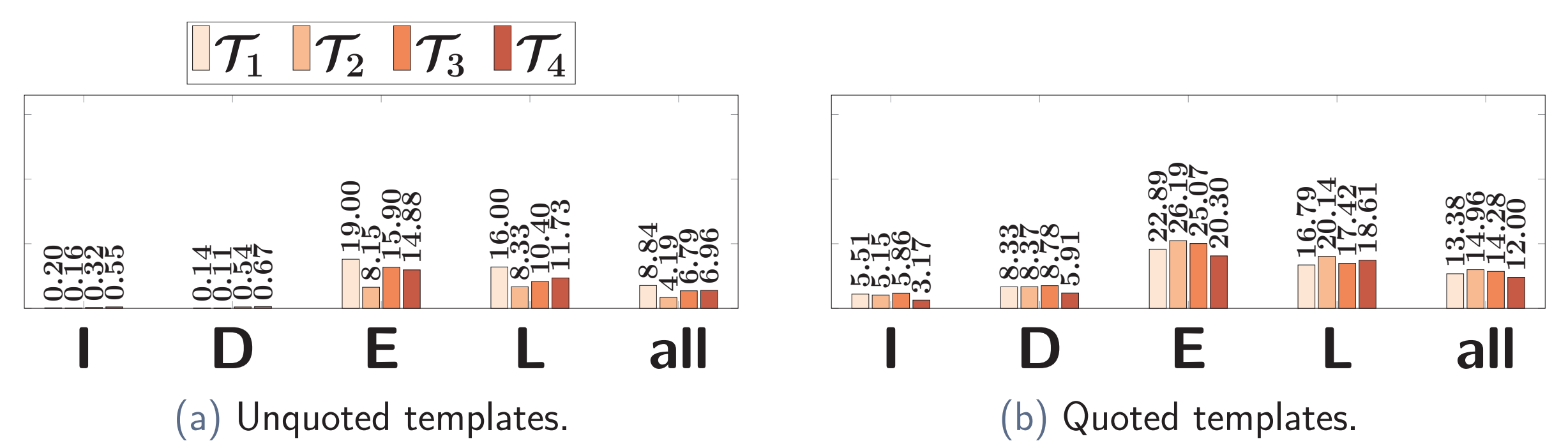


Figure: Prompt-based performance of mBERT, using alternative German templates.

- Most of the time, **this corresponds to different predictions**.

Conclusions

- The task isn't straightforward for humans
- The evaluation protocol strongly impacts predictions

Check it out:



- [1] Anna Gladkova, Aleksandr Drozd, and Satoshi Matsuoka.
Analogy-based detection of morphological and semantic relations with word embeddings: what works and what doesn't.
In *Proceedings of the NAACL Student Research Workshop*, pages 8–15, San Diego, California, June 2016. Association for Computational Linguistics.
- [2] Edouard Grave, Piotr Bojanowski, Prakhar Gupta, Armand Joulin, and Tomas Mikolov.
Learning word vectors for 157 languages.
In *Proceedings of the Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2018)*, Miyazaki, Japan, May 2018. European Language Resources Association (ELRA).
- [3] Daniel Zeman and colleagues.
CoNLL 2017 shared task: Multilingual parsing from raw text to Universal Dependencies.
In *Proceedings of the CoNLL 2017 Shared Task: Multilingual Parsing from Raw Text to Universal Dependencies*, pages 1–19, Vancouver, Canada, August 2017. Association for Computational Linguistics.