

University of Groningen

One Model to Rule them All

Bjerva, Johannes

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2017

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Bjerva, J. (2017). *One Model to Rule them All: multitask and Multilingual Modelling for Lexical Analysis*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. Rijksuniversiteit Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

Wanneer je een nieuwe vaardigheid leert maak je gebruik van de vaardigheden en kennis die je al bezit. Als je bijvoorbeeld een ervaren violist bent, is het waarschijnlijk makkelijker om ook cello te leren spelen. Ook bij het leren van een nieuwe taal maak je gebruik van de talen die je al beheerst. Bijvoorbeeld, als je moedertaal Noors is en je besluit dat je Nederlands wil gaan leren, dan maakt het grote aantal woorden dat op elkaar lijkt in die twee talen het waarschijnlijk makkelijker om de nieuwe taal te leren. In dit proefschrift kijk ik naar het leren van meerdere taken, het leren van meerdere talen en de combinatie daarvan, in het kader van *natural language processing* (NLP): de computationele analyse van menselijke taal. Hoewel deze twee soorten van leren aan de oppervlakte misschien anders lijken, zullen we zien dat ze meerdere overeenkomsten hebben.

De traditionele aanpak in NLP is om op één taak voor één taal te focussen. Nieuwe ontwikkelingen maken het echter mogelijk om deze aanpak uit te breiden, door tegelijkertijd meerdere taken én meerdere talen te bekijken. Dit is een veelbelovende richting voor verder onderzoek, aangezien het gebruiken van zoveel mogelijk relevante data de sleutel is tot het verbeteren van de betrouwbaarheid van NLP, met name voor kleinere talen. **Deel I** van dit proefschrift begint met een inleiding over neurale netwerken, met een focus op NLP (Hoofdstuk 2). Deze architecturen zijn bijzonder geschikt voor het gecombineerd leren van meerdere taken en talen. Daarna zien we hoe gecombineerd leren werkt, door een aantal manieren waarop

neurale netwerken tegelijkertijd meerdere taken en talen kunnen leren te beschrijven (Hoofdstuk 3). In het bijzonder kijken we naar *multitask learning* (MTL) en enkele meertalige benaderingen van NLP.

In **Deel II** van dit proefschrift wordt onderzocht hoe we het feit dat veel taken in NLP sterk met elkaar zijn verbonden kunnen benutten. Dit wordt gedaan door te experimenteren met MTL met *hard parameter sharing*, dat voor veel taken in NLP succesvol is gebleken. Ondanks deze successen is het echter niet helemaal duidelijk *wanneer* of *waarom* het gebruik van MTL voordelig is voor NLP. Hoofdstuk 4 bevat een casestudy van MTL waarin ik laat zien dat het toekennen van semantische labels aan woorden een verbetering oplevert bij het herkennen van woordsoorten. Deze vinding benadrukt het belang van het beantwoorden van de vraag ‘Wanneer is het gebruik van MTL voordelig voor NLP?’. In Hoofdstuk 5 wordt dit onderzocht aan de hand van begrippen uit de informatietheorie.

Meertalige modellen kunnen gebruik maken van het feit dat talen vaak overeenkomsten met elkaar hebben. Deze overeenkomsten kunnen op verschillende niveaus optreden, bijvoorbeeld op syntactisch, morfologisch of lexicaal vlak. Hoewel er veel mogelijkheden zijn om gebruik te maken van deze overeenkomsten, kijken we in dit proefschrift naar het gebruik van meertalige woordrepresentaties, omdat deze erg goed te combineren zijn met neurale netwerken. Net als bij MTL is het hier niet duidelijk in welke gevallen het een voordeel is om meertalige modellen te bouwen. **Deel III** begint met een casestudy over meertalige semantische tekstuele gelijkennis (Hoofdstuk 6). Daarna onderzoek ik in welke mate talen op elkaar moeten lijken, en op welke manier, om voordeel te kunnen halen uit het bouwen van een meertalig model (Hoofdstuk 7).

In **Deel IV** van dit proefschrift experimenteer ik met een gecombineerd paradigma waarin een neurale netwerk verschillende talen én taken tegelijkertijd leert (Hoofdstuk 8). Tenslotte worden de conclusies uit dit proefschrift gepresenteerd in **Deel V** (Hoofdstuk 9).

De experimenten in dit proefschrift worden uitgevoerd op een grote verzameling voornamelijk lexicaal georiënteerde taken, zowel semantisch en morfosyntactisch van aard, en op in totaal 60 talen, die een relatief grote typologische diversiteit vertegenwoordigen.

Terwijl de traditionele NLP-benaderingen slechts een enkele taak of taal tegelijk behandelen, is het doel van dit proefschrift juist om onderzoeksvragen die deze grenzen overschrijden te beantwoorden. Dit heeft als doel dat kleinere talen op de lange termijn kunnen profiteren van de vooruitgang die in NLP wordt geboekt, aangezien deze momenteel grotendeels ten goede komt aan grotere talen. Dit kan positieve gevolgen hebben voor bijvoorbeeld taalbehoud, omdat, onder andere, sprekers van minderheidstalen een lagere druk zullen voelen om grotere talen te gebruiken. Op de korte termijn zullen de antwoorden op de specifieke onderzoeksvragen van dit proefschrift nuttig zijn voor NLP-onderzoekers die naar hetzelfde doel streven.

Groningen dissertations in linguistics (GRODIL)

1. Henriëtte de Swart (1991). *Adverbs of Quantification: A Generalized Quantifier Approach*.
2. Eric Hoekstra (1991). *Licensing Conditions on Phrase Structure*.
3. Dicky Gilbers (1992). *Phonological Networks. A Theory of Segment Representation*.
4. Helen de Hoop (1992). *Case Configuration and Noun Phrase Interpretation*.
5. Gosse Bouma (1993). *Nonmonotonicity and Categorical Unification Grammar*.
6. Peter I. Blok (1993). *The Interpretation of Focus*.
7. Roelien Bastiaanse (1993). *Studies in Aphasia*.
8. Bert Bos (1993). *Rapid User Interface Development with the Script Language Gist*.
9. Wim Kosmeijer (1993). *Barriers and Licensing*.
10. Jan-Wouter Zwart (1993). *Dutch Syntax: A Minimalist Approach*.
11. Mark Kas (1993). *Essays on Boolean Functions and Negative Polarity*.
12. Ton van der Wouden (1994). *Negative Contexts*.
13. Joop Houtman (1994). *Coordination and Constituency: A Study in Categorical Grammar*.
14. Petra Hendriks (1995). *Comparatives and Categorical Grammar*.
15. Maarten de Wind (1995). *Inversion in French*.
16. Jelly Julia de Jong (1996). *The Case of Bound Pronouns in Peripheral Romance*.
17. Sjoukje van der Wal (1996). *Negative Polarity Items and Negation: Tandem Acquisition*.
18. Anastasia Giannakidou (1997). *The Landscape of Polarity Items*.
19. Karen Lattewitz (1997). *Adjacency in Dutch and German*.
20. Edith Kaan (1997). *Processing Subject-Object Ambiguities in Dutch*.
21. Henny Klein (1997). *Adverbs of Degree in Dutch*.
22. Leonie Bosveld-de Smet (1998). *On Mass and Plural Quantification: The case of French 'des'/'du'-NPs*.
23. Rita Landeweerd (1998). *Discourse semantics of perspective and temporal structure*.
24. Mettina Veenstra (1998). *Formalizing the Minimalist Program*.
25. Roel Jonkers (1998). *Comprehension and Production of Verbs in aphasic Speakers*.
26. Erik F. Tjong Kim Sang (1998). *Machine Learning of Phonotactics*.
27. Paulien Rijkhoek (1998). *On Degree Phrases and Result Clauses*.
28. Jan de Jong (1999). *Specific Language Impairment in Dutch: Inflectional Morphology and Argument Structure*.
29. H. Wee (1999). *Definite Focus*.
30. Eun-Hee Lee (2000). *Dynamic and Stative Information in Temporal Reasoning: Korean tense and aspect in discourse*.

31. Ivilin P. Stoianov (2001). *Connectionist Lexical Processing*.
32. Klarien van der Linde (2001). *Sonority substitutions*.
33. Monique Lamers (2001). *Sentence processing: using syntactic, semantic, and thematic information*.
34. Shalom Zuckerman (2001). *The Acquisition of "Optional" Movement*.
35. Rob Koeling (2001). *Dialogue-Based Disambiguation: Using Dialogue Status to Improve Speech Understanding*.
36. Esther Ruigendijk (2002). *Case assignment in Agrammatism: a cross-linguistic study*.
37. Tony Mullen (2002). *An Investigation into Compositional Features and Feature Merging for Maximum Entropy-Based Parse Selection*.
38. Nanette Bienfait (2002). *Grammatica-onderwijs aan allochtone jongeren*.
39. Dirk-Bart den Ouden (2002). *Phonology in Aphasia: Syllables and segments in level-specific deficits*.
40. Rienk Withaar (2002). *The Role of the Phonological Loop in Sentence Comprehension*.
41. Kim Sauter (2002). *Transfer and Access to Universal Grammar in Adult Second Language Acquisition*.
42. Laura Sabourin (2003). *Grammatical Gender and Second Language Processing: An ERP Study*.
43. Hein van Schie (2003). *Visual Semantics*.
44. Lilia Schürcks-Grozeva (2003). *Binding and Bulgarian*.
45. Stasinos Konstantopoulos (2003). *Using ILP to Learn Local Linguistic Structures*.
46. Wilbert Heeringa (2004). *Measuring Dialect Pronunciation Differences using Levenshtein Distance*.
47. Wouter Jansen (2004). *Laryngeal Contrast and Phonetic Voicing: A Laboratory Phonology*.
48. Judith Rispens (2004). *Syntactic and phonological processing in developmental dyslexia*.
49. Danielle Bougaïré (2004). *L'approche communicative des campagnes de sensibilisation en santé publique au Burkina Faso: Les cas de la planification familiale, du sida et de l'excision*.
50. Tanja Gaustad (2004). *Linguistic Knowledge and Word Sense Disambiguation*.
51. Susanne Schoof (2004). *An HPSG Account of Nonfinite Verbal Complements in Latin*.
52. M. Begoña Villada Moirón (2005). *Data-driven identification of fixed expressions and their modifiability*.
53. Robbert Prins (2005). *Finite-State Pre-Processing for Natural Language Analysis*.
54. Leonoor van der Beek (2005) *Topics in Corpus-Based Dutch Syntax*.
55. Keiko Yoshioka (2005). *Linguistic and gestural introduction and tracking of referents in L1 and L2 discourse*.

56. Sible Andringa (2005). *Form-focused instruction and the development of second language proficiency.*
57. Joanneke Prenger (2005). *Taal telt! Een onderzoek naar de rol van taalvaardigheid en tekstbegrip in het realistisch wiskundeonderwijs.*
58. Neslihan Kansu-Yetkiner (2006). *Blood, Shame and Fear: Self-Presentation Strategies of Turkish Women's Talk about their Health and Sexuality.*
59. Mónika Z. Zempléni (2006). *Functional imaging of the hemispheric contribution to language processing.*
60. Maartje Schreuder (2006). *Prosodic Processes in Language and Music.*
61. Hidetoshi Shiraishi (2006). *Topics in Nivkh Phonology.*
62. Tamás Biró (2006). *Finding the Right Words: Implementing Optimality Theory with Simulated Annealing.*
63. Dieuwke de Goede (2006). *Verbs in Spoken Sentence Processing: Unraveling the Activation Pattern of the Matrix Verb.*
64. Eleonora Rossi (2007). *Clitic production in Italian agrammatism.*
65. Holger Hopp (2007). *Ultimate Attainment at the Interfaces in Second Language Acquisition: Grammar and Processing.*
66. Gerlof Bouma (2008). *Starting a Sentence in Dutch: A corpus study of subject- and object-fronting.*
67. Julia Klitsch (2008). *Open your eyes and listen carefully. Auditory and audiovisual speech perception and the McGurk effect in Dutch speakers with and without aphasia.*
68. Janneke ter Beek (2008). *Restructuring and Infinitival Complements in Dutch.*
69. Jori Mur (2008). *Off-line Answer Extraction for Question Answering.*
70. Lonneke van der Plas (2008). *Automatic Lexico-Semantic Acquisition for Question Answering.*
71. Arjen Versloot (2008). *Mechanisms of Language Change: Vowel reduction in 15th century West Frisian.*
72. Ismail Fahmi (2009). *Automatic term and Relation Extraction for Medical Question Answering System.*
73. Tuba Yarbay Duman (2009). *Turkish Agrammatic Aphasia: Word Order, Time Reference and Case.*
74. Maria Trofimova (2009). *Case Assignment by Prepositions in Russian Aphasia.*
75. Rasmus Steinkrauss (2009). *Frequency and Function in WH Question Acquisition. A Usage-Based Case Study of German L1 Acquisition.*
76. Marjolein Deunk (2009). *Discourse Practices in Preschool. Young Children's Participation in Everyday Classroom Activities.*

77. Sake Jager (2009). *Towards ICT-Integrated Language Learning: Developing an Implementation Framework in terms of Pedagogy, Technology and Environment.*
78. Francisco Dellatorre Borges (2010). *Parse Selection with Support Vector Machines.*
79. Geoffrey Andogah (2010). *Geographically Constrained Information Retrieval.*
80. Jacqueline van Kruiningen (2010). *Onderwijsontwerp als conversatie. Probleemoplossing in interprofessioneel overleg.*
81. Robert G. Shackleton (2010). *Quantitative Assessment of English-American Speech Relationships.*
82. Tim Van de Cruys (2010). *Mining for Meaning: The Extraction of Lexico-semantic Knowledge from Text.*
83. Therese Leinonen (2010). *An Acoustic Analysis of Vowel Pronunciation in Swedish Dialects.*
84. Erik-Jan Smits (2010). *Acquiring Quantification. How Children Use Semantics and Pragmatics to Constrain Meaning.*
85. Tal Caspi (2010). *A Dynamic Perspective on Second Language Development.*
86. Teodora Mehotcheva (2010). *After the fiesta is over. Foreign language attrition of Spanish in Dutch and German Erasmus Student.*
87. Xiaoyan Xu (2010). *English language attrition and retention in Chinese and Dutch university students.*
88. Jelena Prokić (2010). *Families and Resemblances.*
89. Radek Šimik (2011). *Modal existential wh-constructions.*
90. Katrien Colman (2011). *Behavioral and neuroimaging studies on language processing in Dutch speakers with Parkinson's disease.*
91. Siti Mina Tamah (2011). *A Study on Student Interaction in the Implementation of the Jigsaw Technique in Language Teaching.*
92. Aletta Kwant (2011). *Geraakt door prentenboeken. Effecten van het gebruik van prentenboeken op de sociaal-emotionele ontwikkeling van kleuters.*
93. Marlies Kluck (2011). *Sentence amalgamation.*
94. Anja Schüppert (2011). *Origin of asymmetry: Mutual intelligibility of spoken Danish and Swedish.*
95. Peter Nabende (2011). *Applying Dynamic Bayesian Networks in Transliteration Detection and Generation.*
96. Barbara Plank (2011). *Domain Adaptation for Parsing.*
97. Cagri Coltekin (2011). *Catching Words in a Stream of Speech: Computational simulations of segmenting transcribed child-directed speech.*

98. Dörte Hessler (2011). *Audiovisual Processing in Aphasic and Non-Brain-Damaged Listeners: The Whole is More than the Sum of its Parts.*
99. Herman Heringa (2012). *Appositional constructions.*
100. Diana Dimitrova (2012). *Neural Correlates of Prosody and Information Structure.*
101. Harwintha Anjarningsih (2012). *Time Reference in Standard Indonesian Agrammatic Aphasia.*
102. Myrte Gosen (2012). *Tracing learning in interaction. An analysis of shared reading of picture books at kindergarten.*
103. Martijn Wieling (2012). *A Quantitative Approach to Social and Geographical Dialect Variation.*
104. Gisi Cannizzaro (2012). *Early word order and animacy.*
105. Kostadin Cholakov (2012). *Lexical Acquisition for Computational Grammars. A Unified Model.*
106. Karin Beijering (2012). *Expressions of epistemic modality in Mainland Scandinavian. A study into the lexicalization-grammaticalization-pragmaticalization interface.*
107. Veerle Baaijen (2012). *The development of understanding through writing.*
108. Jacolien van Rij (2012). *Pronoun processing: Computational, behavioral, and psychophysiological studies in children and adults.*
109. Ankelien Schippers (2012). *Variation and change in Germanic long-distance dependencies.*
110. Hanneke Loerts (2012). *Uncommon gender: Eyes and brains, native and second language learners, & grammatical gender.*
111. Marjoleine Sloos (2013). *Frequency and phonological grammar: An integrated approach. Evidence from German, Indonesian, and Japanese.*
112. Aysa Arylova. (2013) *Possession in the Russian clause. Towards dynamicity in syntax.*
113. Daniël de Kok (2013). *Reversible Stochastic Attribute-Value Grammars.*
114. Gideon Kotzé (2013). *Complementary approaches to tree alignment: Combining statistical and rule-based methods.*
115. Fridah Katushemererwe (2013). *Computational Morphology and Bantu Language Learning: an Implementation for Runyakitara.*
116. Ryan C. Taylor (2013). *Tracking Referents: Markedness, World Knowledge and Pronoun Resolution.*
117. Hana Smiskova-Gustafsson (2013). *Chunks in L2 Development: A Usage-based Perspective.*
118. Milada Walková (2013). *The aspectual function of particles in phrasal verbs.*
119. Tom O. Abuom (2013). *Verb and Word Order Deficits in Swahili-English bilingual agrammatic speakers.*

120. Gülsen Yılmaz (2013). *Bilingual Language Development among the First Generation Turkish Immigrants in the Netherlands*.
121. Trevor Benjamin (2013). *Signaling Trouble: On the linguistic design of other-initiation of repair in English conversation*.
122. Nguyen Hong Thi Phuong (2013). *A Dynamic Usage-based Approach to Second Language Teaching*.
123. Harm Brouwer (2014). *The Electrophysiology of Language Comprehension: A Neurocomputational Model*.
124. Kendall Decker (2014). *Orthography Development for Creole Languages*.
125. Laura S. Bos (2015). *The Brain, Verbs, and the Past: Neurolinguistic Studies on Time Reference*.
126. Rimke Groenewold (2015). *Direct and indirect speech in aphasia: Studies of spoken discourse production and comprehension*.
127. Huiying Chan (2015). *A Dynamic Approach to the Development of Lexicon and Syntax in a Second Language*.
128. James Griffiths (2015). *On appositives*.
129. Pavel Rudnev (2015). *Dependency and discourse-configurationality: A study of Avar*.
130. Kirsten Kolstrup (2015). *Opportunities to speak. A qualitative study of a second language in use*.
131. Güliz Güneş (2015). *Deriving Prosodic structures*.
132. Cornelia Lahmann (2015). *Beyond barriers. Complexity, accuracy, and fluency in long-term L2 speakers' speech*.
133. Sri Wachyunni (2015). *Scaffolding and Cooperative Learning: Effects on Reading Comprehension and Vocabulary Knowledge in English as a Foreign Language*.
134. Albert Walsweer (2015). *Ruimte voor leren. Een etnografisch onderzoek naar het verloop van een interventie gericht op versterking van het taalgebruik in een knowledge building environment op kleine Friese basisscholen*.
135. Aleyda Lizeth Linares Calix (2015). *Raising Metacognitive Genre Awareness in L2 Academic Readers and Writers*.
136. Fathima Mufeeda Irshad (2015). *Second Language Development through the Lens of a Dynamic Usage-Based Approach*.
137. Oscar Strik (2015). *Modelling analogical change. A history of Swedish and Frisian verb inflection*.
138. He Sun (2015). *Predictors and stages of very young child EFL learners' English development in China*.

139. Marieke Haan (2015). *Mode Matters. Effects of survey modes on participation and answering behavior.*
140. Nienke Houtzager (2015). *Bilingual advantages in middle-aged and elderly populations.*
141. Noortje Joost Venhuizen (2015). *Projection in Discourse: A data-driven formal semantic analysis.*
142. Valerio Basile (2015). *From Logic to Language: Natural Language Generation from Logical Forms.*
143. Jinxing Yue (2016). *Tone-word Recognition in Mandarin Chinese: Influences of lexical-level representations.*
144. Seçkin Arslan (2016). *Neurolinguistic and Psycholinguistic Investigations on Evidentiality in Turkish.*
145. Rui Qin (2016). *Neurophysiological Studies of Reading Fluency. Towards Visual and Auditory Markers of Developmental Dyslexia.*
146. Kashmiri Stec (2016). *Visible Quotation: The Multimodal Expression of Viewpoint.*
147. Yinxiang Jin (2016). *Foreign language classroom anxiety: A study of Chinese university students of Japanese and English over time.*
148. Joost Hurkmans (2016). *The Treatment of Apraxia of Speech. Speech and Music Therapy, an Innovative Joint Effort.*
149. Franziska Köder (2016). *Between direct and indirect speech: The acquisition of pronouns in reported speech.*
150. Femke Swarte (2016). *Predicting the mutual intelligibility of Germanic languages from linguistic and extra-linguistic factors.*
151. Sanne Kuijper (2016). *Communication abilities of children with ASD and ADHD. Production, comprehension, and cognitive mechanisms.*
152. Jelena Golubović (2016). *Mutual intelligibility in the Slavic language area.*
153. Nynke van der Schaaf (2016). *"Kijk eens wat ik kan!" Sociale praktijken in de interactie tussen kinderen van 4 tot 8 jaar in de buitenschoolse opvang.*
154. Simon Šuster (2016). *Empirical studies on word representations.*
155. Kilian Evang (2016). *Cross-lingual Semantic Parsing with Categorical Grammars.*
156. Miren Arantzeta Pérez (2017). *Sentence comprehension in monolingual and bilingual aphasia: Evidence from behavioral and eye-tracking methods.*
157. Sana-e-Zehra Haidry (2017). *Assessment of Dyslexia in the Urdu Language.*
158. Srđan Popov (2017). *Auditory and Visual ERP Correlates of Gender Agreement Processing in Dutch and Italian.*

159. Molood Sadat Safavi (2017). *The Competition of Memory and Expectation in Resolving Long-Distance Dependencies: Psycholinguistic Evidence from Persian Complex Predicates.*
160. Christopher Bergmann (2017). *Facets of native-likeness: First-language attrition among German emigrants to Anglophone North America.*
161. Stefanie Keulen (2017). *Foreign Accent Syndrome: A Neurolinguistic Analysis.*
162. Franz Manni (2017). *Linguistic Probes into Human History.*
163. Margreet Vogelzang (2017). *Reference and cognition: Experimental and computational cognitive modeling studies on reference processing in Dutch and Italian.*
164. Johannes Bjerva (2017). *One Model to Rule them all: Multitask and Multilingual Modelling for Lexical Analysis.*

GRODIL

Center for Language and Cognition Groningen (CLCG)

P.O. Box 716

9700 AS Groningen

The Netherlands