

# *Megastudy* paradigma i procesiranje jezika

Izlaganje za Znanstveni kolokvij

Denis Vlašiček

<https://osf.io/zqa7y/>

8. lipnja 2020.

*Megastudy* paradigm

# Uvod

- tradicionalni način ispitivanja — faktorijalni eksperimenti

# Uvod

- tradicionalni način ispitivanja — faktorijalni eksperimenti
- *megastudy*: velika istraživanja procesiranja jezika

# Uvod

- tradicionalni način ispitivanja — faktorijalni eksperimenti
- *megastudy*: velika istraživanja procesiranja jezika
- prednosti pred faktorijalnim nacrtima (Balota i sur., 2012; Keuleers i Balota, 2015)
  - ▷ izjednačavanje podražaja na relevantnim dimenzijama
  - ▷ korištenje kontinuiranih umjesto kategorijalnih mjera

- ishod su velike, (često) otvorene baze podataka
  - ▷ leksičke karakteristike (duljina riječi, učestalost u jezičnim korpusima)
  - ▷ psiholingvističke karakteristike (apstraktnost, polisemija)
  - ▷ mjere procesiranja (vrijeme reakcije, trajanje fiksacija)

- ishod su velike, (često) otvorene baze podataka
  - ▷ leksičke karakteristike (duljina riječi, učestalost u jezičnim korpusima)
  - ▷ psiholingvističke karakteristike (apstraktnost, polisemija)
  - ▷ mjere procesiranja (vrijeme reakcije, trajanje fiksacija)
- omogućavaju provođenje virtualnih eksperimenata (Kuperman, 2015)

- ishod su velike, (često) otvorene baze podataka
  - ▷ leksičke karakteristike (duljina riječi, učestalost u jezičnim korpusima)
  - ▷ psiholingvističke karakteristike (apstraktnost, polisemija)
  - ▷ mjere procesiranja (vrijeme reakcije, trajanje fiksacija)
- omogućavaju provođenje virtualnih eksperimenata (Kuperman, 2015)
- olakšavaju testiranje novih leksičkih i psiholingvističkih varijabli (Yarkoni i sur., 2008)



# Što nam megastudije govore o jeziku?

- varijabla koja objašnjava uvjerljivo najviše varijance je učestalost riječi u jeziku (Balota, Yap i Cortese, 2006; Harley, 2014, ch. 6)

# Što nam megastudije govore o jeziku?

- varijabla koja objašnjava uvjerljivo najviše varijance je učestalost riječi u jeziku (Balota, Yap i Cortese, 2006; Harley, 2014, ch. 6)
  - ▷ kako definirati i mjeriti učestalost?

# Što nam megastudije govore o jeziku?

- varijabla koja objašnjava uvjerljivo najviše varijance je učestalost riječi u jeziku (Balota, Yap i Cortese, 2006; Harley, 2014, ch. 6)
  - ▷ kako definirati i mjeriti učestalost?
  - ▷ subjektivna učestalost

# Što nam megastudije govore o jeziku?

- varijabla koja objašnjava uvjerljivo najviše varijance je učestalost riječi u jeziku (Balota, Yap i Cortese, 2006; Harley, 2014, ch. 6)
  - ▷ kako definirati i mjeriti učestalost?
  - ▷ subjektivna učestalost
- duljina riječi (Brysbaert i sur., 2016; Ferrand i sur., 2018)

# Što nam megastudije govore o jeziku?

- varijabla koja objašnjava uvjerljivo najviše varijance je učestalost riječi u jeziku (Balota, Yap i Cortese, 2006; Harley, 2014, ch. 6)
  - ▷ kako definirati i mjeriti učestalost?
  - ▷ subjektivna učestalost
- duljina riječi (Brysbaert i sur., 2016; Ferrand i sur., 2018)
- ortografska sličnost ili gustoća ortografskog susjedstva (Coltheart i sur., 1977; Yarkoni i sur., 2008)

- vrijedni resursi za proučavanje jezika
  - ▷ generalizacija nalaza na cjelokupni jezik (Yarkoni, 2019)

- vrijedni resursi za proučavanje jezika
  - ▷ generalizacija nalaza na cjelokupni jezik (Yarkoni, 2019)
  - ▷ „prototipno” testiranje hipoteza

- vrijedni resursi za proučavanje jezika
  - ▷ generalizacija nalaza na cjelokupni jezik (Yarkoni, 2019)
  - ▷ „prototipno” testiranje hipoteza
  - ▷ preciznija procjena parametara i prijatelji (Yarkoni i Westfall, 2017)



# Što nam megastudije ne govore o jeziku?

” In certain circles there is an almost religious faith that we can find the answers to [causal] questions in the data itself, if only we are sufficiently clever at data mining. However, [...] causal questions can never be answered from data alone.

Pearl i Mackenzie (2018, str. 351)

- veliki setovi podatka ne mogu nadomjestiti reprezentativnost uzorka (Meng, 2018)

- veliki setovi podatka ne mogu nadomjestiti reprezentativnost uzorka (Meng, 2018)
- standardni statistički modeli ne mogu zamijeniti znanstvenu ekspertizu (McElreath, 2020, str. 526)

- veliki setovi podatka ne mogu nadomjestiti reprezentativnost uzorka (Meng, 2018)
- standardni statistički modeli ne mogu zamijeniti znanstvenu ekspertizu (McElreath, 2020, str. 526)
- važnost razvoja formalnih teorija (Fiedler, 2004; Navarro, 2019, 2020)

# Modeli procesiranja jezika

# Drift-diffusion model (Ratcliff, 1978)

- zamišljen kao okvir koji može obuhvatiti različite paradigme u kognitivnoj psihologiji

# Drift-diffusion model (Ratcliff, 1978)

- zamišljen kao okvir koji može obuhvatiti različite paradigme u kognitivnoj psihologiji
- primijenjen i na zadatak leksičke odluke
  - ▷ do odluke se dolazi kroz proces koji tijekom vremena prikuplja nejasne (*noisy*) informacije
  - ▷ informacije se prikupljaju sve dok se ne dosegne jedan od kriterija za odlučivanje — niz znakova je ili nije riječ

# Drift-diffusion model (Ratcliff, 1978)

- zamišljen kao okvir koji može obuhvatiti različite paradigme u kognitivnoj psihologiji
- primijenjen i na zadatak leksičke odluke
  - ▷ do odluke se dolazi kroz proces koji tijekom vremena prikuplja nejasne (*noisy*) informacije
  - ▷ informacije se prikupljaju sve dok se ne dosegne jedan od kriterija za odlučivanje — niz znakova je ili nije riječ
- uspješno modelira i prosječna vremena reakcija i njihove distribucije
- Ratcliff i sur. (2004) pokazali su osjetljivost modela na frekvencije riječi



# Bayesian reader (Norris, 2006)

- specifično za čitanje

# Bayesian reader (Norris, 2006)

- specifično za čitanje
- kreće od pretpostavke o idealnom opažaču koji donosi optimalne odluke

# Bayesian reader (Norris, 2006)

- specifično za čitanje
- kreće od pretpostavke o idealnom opažaču koji donosi optimalne odluke
- optimalno ponašanje ovisi o konkretnom zadatku koji opažač treba obaviti
- podaci koje opažač dobiva u sebi imaju šum, zbog čega mogu nastati pogreške u izvršavanju zadatka

# Bayesian reader (Norris, 2006)

- specifično za čitanje
- kreće od pretpostavke o idealnom opažaču koji donosi optimalne odluke
- optimalno ponašanje ovisi o konkretnom zadatku koji opažač treba obaviti
- podaci koje opažač dobiva u sebi imaju šum, zbog čega mogu nastati pogreške u izvršavanju zadatka
- uspješno lovi učinak frekvencije riječi, te učinak ortografske sličnosti (?)

# Modeli procesiranja jezika i megastudije

- obilje otvorenih podataka dobivenih u megastudijama pogodno za testiranje različitih modela
  - ▷ kros-validacija
  - ▷ procjena parametara
  - ▷ brzo testiranje prototipova i modifikacija modela
  - ▷ testiranje modela na različitim jezicima

*Multiverse* analiza

# Od QRP do multiverzuma

- I) QRP — eng. *questionable research practices* (John, Loewenstein i Prelec, 2012)

# Od QRP do multiverzuma

I) QRP — eng. *questionable research practices* (John, Loewenstein i Prelec, 2012)

- ▷ nisu naveli sve zavisne varijable
- ▷ nisu naveli sve eksperimentalne situacije
- ▷ isključivanje podataka nakon što su pogledali kako to utječe na rezultate



# Od QRP do multiverzuma

- I) QRP — eng. *questionable research practices* (John, Loewenstein i Prelec, 2012)
- ▷ nisu naveli sve zavisne varijable
  - ▷ nisu naveli sve eksperimentalne situacije
  - ▷ isključivanje podataka nakon što su pogledali kako to utječe na rezultate
- II) mnogo različitih načina na koje se podaci *mogu analizirati* (Gelman i Loken, 2013)
- ▷ „[...] researchers can perform a reasonable analysis given their assumptions and their data, but had the data turned out differently, they could have done other analyses that were just as reasonable in those circumstances” (str. 1)

# Od QRP do multiverzuma

- I) QRP — eng. *questionable research practices* (John, Loewenstein i Prelec, 2012)
- ▷ nisu naveli sve zavisne varijable
  - ▷ nisu naveli sve eksperimentalne situacije
  - ▷ isključivanje podataka nakon što su pogledali kako to utječe na rezultate
- II) mnogo različitih načina na koje se podaci *mogu analizirati* (Gelman i Loken, 2013)
- ▷ „[...] researchers can perform a reasonable analysis given their assumptions and their data, but had the data turned out differently, they could have done other analyses that were just as reasonable in those circumstances” (str. 1)
  - ▷ povezanost statističkih i znanstvenih hitpozea (takoder Yarkoni, 2019)

III) mnogo različitih načina na koje se podaci *analiziraju* (Silberzahn i sur., 2018)

- ▷ pitanje: jesu li nogometni suci skloniji crvene kartone davati crnim igračima?

III) mnogo različitih načina na koje se podaci *analiziraju* (Silberzahn i sur., 2018)

- ▷ pitanje: jesu li nogometni suci skloniji crvene kartone davati crnim igračima?
- ▷ 29 istraživačkih timova analiziralo je isti set podataka

III) mnogo različitih načina na koje se podaci *analiziraju* (Silberzahn i sur., 2018)

- ▷ pitanje: jesu li nogometni suci skloniji crvene kartone davati crnim igračima?
- ▷ 29 istraživačkih timova analiziralo je isti set podataka
- ▷ 29 različitih načina na koje su podaci analizirani

III) mnogo različitih načina na koje se podaci *analiziraju* (Silberzahn i sur., 2018)

- ▷ pitanje: jesu li nogometni suci skloniji crvene kartone davati crnim igračima?
- ▷ 29 istraživačkih timova analiziralo je isti set podataka
- ▷ 29 različitih načina na koje su podaci analizirani
- ▷ „dva” različita zaključka

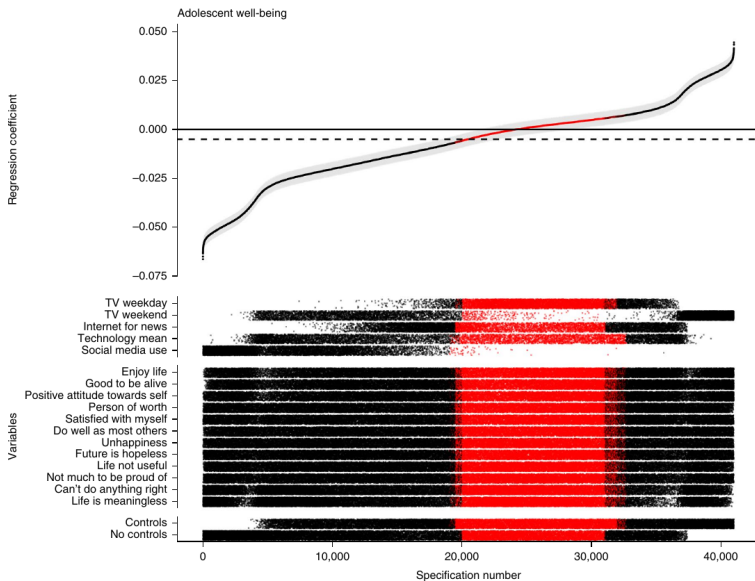
## IV) *Multiverse* analyze

- „A multiverse analysis starts from the observation that data used in an analysis are usually not just passively recorded in an experiment or an observational study. Rather, data are to a certain extent actively constructed.” (Steege, Tuerlinckx, Gelman i Vanpaemel, 2016, str. 702; za sličan pristup vidi Simonsohn, Simmons i Nelson, 2015)

## IV) *Multiverse* analyze

- „A multiverse analysis starts from the observation that data used in an analysis are usually not just passively recorded in an experiment or an observational study. Rather, data are to a certain extent actively constructed.” (Steegeen, Tuerlinckx, Gelman i Vanpaemel, 2016, str. 702; za sličan pristup vidi Simonsohn, Simmons i Nelson, 2015)
- domisliti velik broj mogućih specifikacija problema
- provesti analizu uz svaku moguću specifikaciju





(Orben i Przybylski, 2019)

# Multiverse analiza i megastudije

- predprocesiranje podataka
  - ▷ odbaciti vremena reakcija van  $\pm 2SD$ ?  $3SD$ ?
  - ▷ koje sudionike zadržati na temelju točnosti odgovora?  
> 80%? > 90%?

# Multiverse analiza i megastudije

- predprocesiranje podataka
  - ▷ odbaciti vremena reakcija van  $\pm 2SD$ ?  $3SD$ ?
  - ▷ koje sudionike zadržati na temelju točnosti odgovora?  
> 80%? > 90%?
- kako modelirati vremena reakcija?
  - ▷ različiti statistički modeli

# Multiverse analiza i megastudije

- predprocesiranje podataka
  - ▷ odbaciti vremena reakcija van  $\pm 2SD$ ?  $3SD$ ?
  - ▷ koje sudionike zadržati na temelju točnosti odgovora?  
> 80%? > 90%?
- kako modelirati vremena reakcija?
  - ▷ različiti statistički modeli
  - ▷ koje mjere centralne tendencije koristiti? (Rousseelet i Wilcox, 2020)

# Multiverse analiza i megastudije

- predprocesiranje podataka
  - ▷ odbaciti vremena reakcija van  $\pm 2SD$ ?  $3SD$ ?
  - ▷ koje sudionike zadržati na temelju točnosti odgovora?  
> 80%? > 90%?
- kako modelirati vremena reakcija?
  - ▷ različiti statistički modeli
  - ▷ koje mjere centralne tendencije koristiti? (Rousseelet i Wilcox, 2020)
  - ▷ kako i koju distribuciju modelirati? (Balota i Yap, 2011)

# Rasprava

O čemu pričamo kad pričamo o procesiranju jezika? (Elliott i sur., 2020)

”The empiricist period [...] is characterized by a general lack of interest in stringent theoretical and metatheoretical thinking. [...] Industrious research appears to be mainly driven by available research tools [...], methods of analysis [...], and the dynamics of scientific subcommunities but is surprisingly, often detached from clearly spelled-out theories.

(Fiedler, 2004, str. 123)



# Reference I

- Balota, D. A. i Yap, M. J. (2011). Moving beyond the mean in studies of mental chronometry: The power of response time distributional analyses. *Current Directions in Psychological Science*, 20(3), 160–166.
- Balota, D. A., Yap, M. J. i Cortese, M. J. (2006). Visual Word Recognition: The Journey from Features to Meaning (A Travel Update). U: *Handbook of Psycholinguistics* (Second izdanje, str. 285–375). Academic Press.
- Balota, D. A., Yap, M. J., Hutchison, K. A. i Cortese, M. J. (2012). Megastudies: What do Millions (or so) of Trials Tell us About Lexical Processing? U: J. S. Adelman (Ur.), *Visual Word Recognition (Models and Methods, Orthography and Phonology)* (svezak 1, str. 90–115). Hove: Psychology Press.
- Brysbaert, M., Stevens, M., Mandera, P. i Keuleers, E. (2016). The Impact of Word Prevalence on Lexical Decision Times: Evidence from the Dutch Lexicon Project 2. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 42(3), 441–458.
- Coltheart, M., Davelaar, E., Jonasson, J. T. i Besner, D. (1977). Access to the Internal Lexicon. U: S. Dornick (Ur.), *Attention and Performance* (svezak VI, str. 535–556). Erlbaum.
- Elliott, M. L., Knodt, A. R., Ireland, D., Morris, M. L., Poulton, R., Ramrakha, S., ... Hariri, A. R. (2020, June). What Is the Test-Retest Reliability of Common Task-Functional MRI Measures? New Empirical Evidence and a Meta-Analysis. *Psychological Science*, 095679762091678. doi: 10.1177/0956797620916786

## Reference II

- Ferrand, L., Méot, A., Spinelli, E., New, B., Pallier, C., Bonin, P., ... Grainger, J. (2018). MEGALEX: A Megastudy of Visual and Auditory Word Recognition. *Behavior research methods*, 50(3), 1285–1307.
- Fiedler, K. (2004, May). Tools, Toys, Truisms, and Theories: Some Thoughts on the Creative Cycle of Theory Formation. *Personality and Social Psychology Review*, 8(2), 123–131. doi: 10.1207/s15327957pspr0802\_5
- Gelman, A. i Loken, E. (2013). The Garden of Forking Paths: Why Multiple Comparisons can be a Problem, Even When There is no “Fishing Expedition” or “p-hacking” and the Research Hypothesis was Posited Ahead of Time. *Department of Statistics, Columbia University*.
- Harley, T. A. (2014). *The Psychology of Language: From Data to Theory* (Fourth izdanje). London, UK: Psychology Press,.
- John, L. K., Loewenstein, G. i Prelec, D. (2012, May). Measuring the Prevalence of Questionable Research Practices With Incentives for Truth Telling. *Psychological Science*, 23(5), 524–532. doi: 10.1177/0956797611430953
- Keuleers, E. i Balota, D. A. (2015, August). Megastudies, Crowdsourcing, and Large Datasets in Psycholinguistics: An Overview of Recent Developments. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68(8), 1457–1468. doi: 10.1080/17470218.2015.1051065

# Reference III

- Kuperman, V. (2015, August). Virtual Experiments in Megastudies: A Case Study of Language and Emotion. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68(8), 1693–1710. doi: 10.1080/17470218.2014.989865
- McElreath, R. (2020). *Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan*. CRC press.
- Meng, X.-L. (2018, June). Statistical paradises and paradoxes in big data (I): Law of large populations, big data paradox, and the 2016 US presidential election. *The Annals of Applied Statistics*, 12(2), 685–726. doi: 10.1214/18-AOAS1161SF
- Navarro, D. J. (2019, March). Between the Devil and the Deep Blue Sea: Tensions Between Scientific Judgement and Statistical Model Selection. *Computational Brain & Behavior*, 2(1), 28–34. doi: 10.1007/s42113-018-0019-z
- Navarro, D. J. (2020, March). *If mathematical psychology did not exist we would need to invent it: A case study in cumulative theoretical development* (Preprint). PsyArXiv. doi: 10.31234/osf.io/ygbjp
- Norris, D. (2006). The Bayesian Reader: Explaining Word Recognition as an Optimal Bayesian Decision Process. *Psychological Review*, 113(2), 327–357. doi: 10.1037/0033-295X.113.2.327
- Orben, A. i Przybylski, A. K. (2019). The association between adolescent well-being and digital technology use. *Nature Human Behaviour*, 3(2), 173.
- Pearl, J. i Mackenzie, D. (2018). *The Book of Why: The New Science of Cause and Effect*. Basic Books.

# Reference IV

- Ratcliff, R. (1978). A Theory of Memory Retrieval. *Psychological Review*, 85(2), 59–108. doi: 10.1037/0033-295X.85.2.59
- Ratcliff, R., Gomez, P. i McKoon, G. (2004). A Diffusion Model Account of the Lexical Decision Task. *Psychological Review*, 111(1), 159–182. doi: 10.1037/0033-295X.111.1.159
- Rousselet, G. A. i Wilcox, R. R. (2020, May). Reaction Times and other Skewed Distributions. *Meta-Psychology*, 4. doi: 10.15626/MP.2019.1630
- Silberzahn, R., Uhlmann, E. L., Martin, D. P., Anselmi, P., Aust, F., Awtrey, E., ... Nosek, B. A. (2018, September). Many Analysts, One Data Set: Making Transparent How Variations in Analytic Choices Affect Results. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 1(3), 337–356. doi: 10.1177/2515245917747646
- Simonsohn, U., Simmons, J. P. i Nelson, L. D. (2015). Specification curve: Descriptive and inferential statistics on all reasonable specifications. *Available at SSRN 2694998*.
- Steege, S., Tuerlinckx, F., Gelman, A. i Vanpaemel, W. (2016, September). Increasing Transparency Through a Multiverse Analysis. *Perspectives on Psychological Science*, 11(5), 702–712. doi: 10.1177/1745691616658637
- Yarkoni, T. (2019, November). *The Generalizability Crisis* (Preprint). PsyArXiv. doi: 10.31234/osf.io/jqw35
- Yarkoni, T., Balota, D. i Yap, M. (2008). Moving Beyond Coltheart's N: A New Measure of Orthographic Similarity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(5), 971–979.

## Reference V

Yarkoni, T. i Westfall, J. (2017). Choosing prediction over explanation in psychology: Lessons from machine learning. *Perspectives on Psychological Science*, 12(6), 1100–1122.