

Thesis Title Line One

Optional Second Line

BY

Adam Shen

A THESIS SUBMITTED TO

The Faculty of Graduate and Postdoctoral Affairs

IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

Master of Science

IN

Statistics

Carleton University

Ottawa, Ontario, Canada

© 2021

Adam Shen

Master of Science (2021)
Mathematics and Statistics

Carleton University
Ottawa, Ontario, Canada

TITLE: Thesis Title Line One
Optional Second Line

AUTHOR: Adam Shen
B.Sc., (Statistics)
McMaster University
Hamilton, Ontario, Canada

SUPERVISORS: Dr. Firstname Lastname
Dr. Namename Somenam

NUMBER OF PAGES: viii, 9

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Acknowledgements

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Contents

Abstract	iii
Acknowledgements	iv
List of Figures	vi
List of Tables	vii
List of Algorithms	viii
1 Introduction	1
1.1 First section	1
1.2 Second section	3
1.3 Third section	3
2 Data preparation	4
2.1 First section	4
2.2 Second section	5
2.3 Third section	7
Bibliography	9

List of Figures

1.1 This caption explains the above plot. 2

List of Tables

2.1 This caption describes the above table. 6

List of Algorithms

2.1 Collapsed Gibbs sampling algorithm for BTM. 7

Chapter 1

Introduction

1.1 First section

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor.

Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

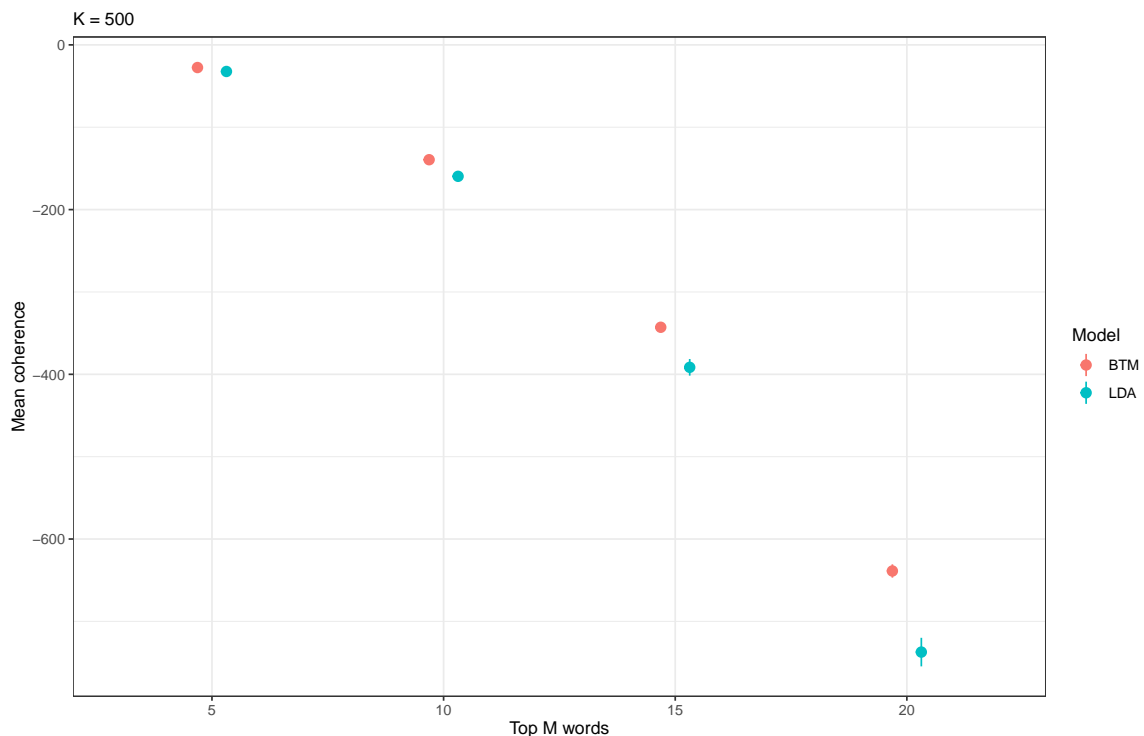


Figure 1.1: This caption explains the above plot.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur. Looking at the figure above (Figure 1.1), I don't remember what I was going to say.

1.2 Second section

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

1.3 Third section

Everything I do is in R 4.0¹. `purrr`² is a great package. I also used a bunch of other packages³⁻⁵.

Chapter 2

Data preparation

2.1 First section

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consec-

tetuer. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

2.2 Second section

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

user_id	status_id	created_at	text	is_retweet	hashtags	lang
833499844517961728	1255290686250811392	2020-04-29 00:19:56	The NY Dem Presidential Primary on 6/23 is canceled due to COVID-19. Other elections on 6/23 will still take place: https://t.co/0P6PMPq20h - Rock the Vote	FALSE	NA	en
581180392	1254511313331597314	2020-04-26 20:42:59	In the midst of the current #pandemic, it is more important than ever to get creative with your #homeworkout. One great #trainfromhome option includes making a sandbag from a laundry bag. Here's how to implement sandbag circuits: https://t.co/Ottxy2YZAq	FALSE	"pandemic", "homeworkout", "trainfromhome"	en
819296296062201857	1304087649011953665	2020-09-10 16:01:38	#Masks serve 2 purposes: 1) To remind everyone that there is supposed to be a deadly pandemic, despite nobody knowing anybody who is sick with covid, and 2) To increase incidence of pulmonary illnesses, which will later be blamed on covid. Proof: See my pinned tweet.	FALSE	"Masks"	en
2350488460	1322387795718119425	2020-10-31 03:59:53	#GOPBetrayedAmerica decisions are being made to take your voice/vote away. The same #GOPCorruptionOverCountry that won't respond with help for every American during this once a century pandemic https://t.co/Gg5gecx7tb	FALSE	"GOPBetrayedAmerica", "GOPCorruptionOverCountry"	en

Table 2.1: This caption describes the above table.

2.3 Third section

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Did you see [Table 2.1](#)?

Algorithm 2.1 Collapsed Gibbs sampling algorithm for BTM.

Input: Number of topics K , Dirichlet hyperparameters α and β , collection of biterms \mathbf{B}

Output: $\hat{\theta}$, $\hat{\Phi}$

Randomly assign a topic to all biterms, $b_i = (w_{i,1}, w_{i,2}) \in \mathbf{B}$

for $iter = 1$ to N **do**

for each biterm, b_i **do**

 Update topic assignment of b_i according to [Equation 2.1](#)

 Update $n_k, n_{w_{i,1}|k}, n_{w_{i,2}|k}$

end for

end for

Compute estimates for θ and Φ using [Equation 2.2](#) and [Equation 2.3](#), respectively

$$P(z_i = k | \mathbf{z}_{(i)}, \mathbf{B}) \propto (n_{(i),k} + \alpha) \frac{(n_{(i),w_{i,1}|k} + \beta)(n_{(i),w_{i,2}|k} + \beta)}{(\sum_{w=1}^W n_{(i),w|k} + W\beta + 1)(\sum_{w=1}^W n_{(i),w|k} + W\beta)}, \quad (2.1)$$

$$\hat{\theta}_k = \frac{n_k + \alpha}{N_B + K\alpha} \quad (2.2)$$

$$\hat{\phi}_{k,w} = \frac{n_{w|k} + \beta}{\sum_{w=1}^W n_{w|k} + W\beta} \quad (2.3)$$

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor. Go and re-read [Algorithm 2.1](#)!

Bibliography

- [1] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. URL <https://www.R-project.org/>.
- [2] Lionel Henry and Hadley Wickham. *purrr: Functional Programming Tools*, 2020. URL <https://CRAN.R-project.org/package=purrr>. R package version 0.3.4.
- [3] Travers Ching. *qs: Quick Serialization of R Objects*, 2020. URL <https://CRAN.R-project.org/package=qs>. R package version 0.23.3.
- [4] Hadley Wickham, Romain François, Lionel Henry, and Kirill Müller. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*, 2020. URL <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>. R package version 1.0.2.
- [5] Hadley Wickham. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016. ISBN 978-3-319-24277-4. URL <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- [6] David M. Blei, Andrew Y. Ng, and Michael I. Jordan. Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3(4):993 – 1022, 2003.