

UNIVERSITY OF CALIFORNIA,  
IRVINE

Title of the Thesis

DISSERTATION

submitted in partial satisfaction of the requirements  
for the degree of

DOCTOR OF PHILOSOPHY

in Economics

by

Your Name

Dissertation Committee:

Professor A, Chair

Associate Professor B

Associate Professor C

Assistant Professor D

2024

Chapter 1 is reprinted from the Journal of JournalName , Vol. 527 (2021). Your Name, “The Title of the Paper,” © 2021 The Publisher, with permission as stated at <https://URL>.

Portions of Chapter 2 © 2020 Someone’s Name

All other materials © 2024 Your Name

# **DEDICATION**

To someone and someone for their support.

# TABLE OF CONTENTS

LIST OF FIGURES . . . . .	v
LIST OF TABLES . . . . .	vi
ACKNOWLEDGMENTS . . . . .	vii
VITA . . . . .	viii
ABSTRACT OF THE DISSERTATION . . . . .	ix
1 Title of Chapter One . . . . .	1
1.1 Introduction . . . . .	2
1.2 Model . . . . .	3
1.3 Comparative Statics . . . . .	4
1.4 Conclusion . . . . .	4
2 Title of Chapter Two . . . . .	6
2.1 Introduction . . . . .	6
2.2 Model . . . . .	7
2.3 Identification . . . . .	7
2.4 Empirical Results . . . . .	8
2.5 Application . . . . .	8
2.6 Conclusion . . . . .	8
3 Title of Chapter Three . . . . .	9
3.1 Introduction . . . . .	9
3.2 Algorithm . . . . .	10
3.3 Results . . . . .	11
3.4 Conclusion . . . . .	12
Bibliography . . . . .	13
A Appendix Supplementary material for Chapter 1 . . . . .	14
A.1 Proof of Theorem . . . . .	14
B Appendix Supplementary material for Chapter 2 . . . . .	15
B.1 Descriptive Statistics . . . . .	15

C	Appendix Supplementary material for Chapter 3 . . . . .	16
C.1	More Discussions . . . . .	16
C.2	Graphical Representations . . . . .	16
C.3	More <code>Tikz</code> . . . . .	17

# LIST OF FIGURES

1.1	This is a graph . . . . .	3
C.1	Caption above figure . . . . .	17
C.2	Caption below figure . . . . .	17
C.3	Caption below figure . . . . .	17

# LIST OF TABLES

3.1	Summary Statistics . . . . .	11
B.1a	First Table . . . . .	15
B.1b	Second Table . . . . .	15

# ACKNOWLEDGMENTS

I would like to thank NameOfCommitteeChair for his support and guidance over the past few years. Mauris tempus eros at nulla. Sed quis dui dignissim mauris pretium tincidunt. Mauris ac purus. Phasellus ac libero. Etiam dapibus iaculis nunc. In lectus wisi, elementum eu, sollicitudin nec, imperdiet quis, dui. Nulla viverra neque ac libero. Mauris urna leo, adipiscing eu, ultrices non, blandit eu, dui. Maecenas dui neque, suscipit sit amet, rutrum a, laoreet in, eros. Ut eu nibh. Fusce nec erat tempus urna fringilla tempus. Curabitur id enim. Sed ante. Cras sodales enim sit amet wisi. Nunc fermentum consequat quam.

You must acknowledge grants and other funding assistance. I am grateful to some for her guidance. Aenean tincidunt laoreet dui. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Integer ipsum lectus, fermentum ac, malesuada in, eleifend ut, lorem. Vivamus ipsum turpis, elementum vel, hendrerit ut, semper at, metus. Vivamus sapien tortor, eleifend id, dapibus in, egestas et, pede. Pellentesque faucibus. Praesent lorem neque, dignissim in, facilisis nec, hendrerit vel, odio. Nam at diam ac neque aliquet viverra. Morbi dapibus ligula sagittis magna. In lobortis. Donec aliquet ultricies libero. Nunc dictum vulputate purus. Morbi varius. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In tempor. Phasellus commodo porttitor magna. Curabitur vehicula odio vel dolor.

I am incredibly thankful to my colleagues at UC Irvine for their friendship and encouragement. Praesent facilisis, augue a adipiscing venenatis, libero risus molestie odio, pulvinar consectetur felis erat ac mauris. Nam vestibulum rhoncus quam. Sed velit urna, pharetra eu, eleifend eu, viverra at, wisi. Maecenas ultrices nibh at turpis. Aenean quam. Nulla ipsum. Aliquam posuere luctus erat. Curabitur magna felis, lacinia et, tristique id, ultrices ut, mauris. Suspendisse feugiat. Cras eleifend wisi vitae tortor. Phasellus leo purus, mattis sit amet, auctor in, rutrum in, magna. In hac habitasse platea dictumst. Phasellus imperdiet metus in sem. Vestibulum ac enim non sem ultricies sagittis. Sed vel diam.

Download this template at the [Github repository](#). Pellentesque interdum sapien sed nulla. Proin tincidunt. Aliquam volutpat est vel massa. Sed dolor lacus, imperdiet non, ornare non, commodo eu, neque. Integer pretium semper justo. Proin risus. Nullam id quam. Nam neque. Duis vitae wisi ullamcorper diam congue ultricies. Quisque ligula. Mauris vehicula.



# VITA

Your Name

## EDUCATION

Doctor of Philosophy in Economics University of California, Irvine	YYYY <i>Irvine, CA</i>
Masters of Science in Economics University of Wisconsin, Madison	YYYY Madison, WI
Bachelor of Arts in Economics University of California, Los Angeles	YYYY Los Angeles, CA

## RESEARCH EXPERIENCE

Graduate Student Researcher University of California, Irvine	YYYY Irvine, CA
---	--------------------

## TEACHING EXPERIENCE

Teaching Assistant University of California, Irvine	YYYY-YYYY Irvine, CA
--	-------------------------

## FIELDS OF STUDY

Econometrics, Industrial Organization

# ABSTRACT OF THE DISSERTATION

Title of the Thesis

By

Your Name

Doctor of Philosophy in Economics

University of California, Irvine, 2024

Professor NameOfCommitteeChair, Chair

The chapters of this dissertation explore different aspects in Economics. Suspendisse erat mauris, nonummy eget, pretium eget, consequat vel, justo. Pellentesque consectetur erat sed lacus. Nullam egestas nulla ac dui. Donec cursus rhoncus ipsum. Nunc et sem eu magna egestas malesuada. Vivamus dictum massa at dolor. Morbi est nulla, faucibus ac, posuere in, interdum ut, sapien. Proin consectetur pretium urna. Donec sit amet nibh nec purus dignissim mattis. Phasellus vehicula elit at lacus. Nulla facilisi. Cras ut arcu. Sed consectetur. Integer tristique elit quis felis consectetur eleifend. Cras et lectus.

Ut congue malesuada justo. Curabitur congue, felis at hendrerit faucibus, mauris lacus porttitor pede, nec aliquam turpis diam feugiat arcu. Nullam rhoncus ipsum at risus. Vestibulum a dolor sed dolor fermentum vulputate. Sed nec ipsum dapibus urna bibendum lobortis. Vestibulum elit. Nam ligula arcu, volutpat eget, lacinia eu, lobortis ac, urna. Nam mollis ultrices nulla. Cras vulputate. Suspendisse at risus at metus pulvinar malesuada. Nullam lacus. Aliquam tempus magna. Aliquam ut purus. Proin tellus.

# Chapter 1

## Title of Chapter One

Equation [A.1](#) or eq. [\(A.1\)](#) or Equation [\(A.1\)](#). Donec vitae turpis. Suspendisse porttitor. Mauris aliquam purus vitae tellus. Morbi metus diam, tempus ac, cursus ut, ultricies quis, nulla. Praesent nec justo. In lobortis. Donec nec lectus a neque laoreet rhoncus. Quisque in risus nec wisi lacinia ullamcorper. In placerat. Proin facilisis sollicitudin libero. Integer eget neque et pede placerat aliquet. Aliquam purus nulla, pulvinar ut, facilisis quis, sodales sed, magna. Curabitur nulla lectus, rutrum id, bibendum ut, sagittis eget, diam. Sed porta dolor eget est. Integer hendrerit orci. In hac habitasse platea dictumst.

Ut facilisis. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed pellentesque, turpis sit amet aliquet porta, risus odio venenatis felis, at porta tellus lacus vitae nisl. Donec augue. Quisque consequat, pede laoreet pellentesque posuere, urna sapien tempor justo, eu aliquam tortor nunc id mauris. Fusce pretium, purus facilisis consequat mattis, ligula leo pretium mauris, ac suscipit augue sapien sit amet ipsum. Praesent et ligula eget tortor dapibus blandit. Duis rutrum felis eget dolor. Vestibulum quis elit. Integer dignissim, velit at scelerisque congue, ipsum nulla dignissim dolor, lacinia scelerisque neque erat a mi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Quisque ipsum lectus, euismod et, lacinia eu, iaculis eu, pede. Etiam justo quam, cursus ut, vulputate vel, feugiat ut, eros. Fusce eleifend mollis ipsum. More are discussed in [??](#). This chapter

explores the aspect of firm competitions. 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. 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. Download this template at the [Github repository](#).

## 1.1 Introduction

The **competition** can be illustrated with the following graph with the implementation is presented in Listing 1.1 or listing 1.1.

**Lemma 1** (This is a lemma).

- (a) For any feasible disclosure policy  $G \in \mathcal{G}$ ,  $W_G(p)$  is a convex function. Moreover, for all  $p \in [0, 1]$ ,  $W_{G_{\underline{\pi}}}(p) \leq W_G(p) \leq W_{G_{\bar{\pi}}}(p)$ .
- (b) The converse of the above statement is also true. That is, if  $W : [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}$  is a convex function that satisfies  $W_{G_{\underline{\pi}}}(p) \leq W(p) \leq W_{G_{\bar{\pi}}}(p)$ , then there exists a feasible  $G \in \mathcal{G}$  such that  $W_G(p) = W(p)$  for all  $p \in [0, 1]$ .

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.



Figure 1.1: This is a graph

*Note:* some notes. The graph should be self-contained. Nunc sed pede. Praesent vitae lectus. Praesent neque justo, vehicula eget, interdum id, facilisis et, nibh. Phasellus at purus et libero lacinia dictum. Fusce aliquet. Nulla eu ante placerat leo semper dictum. Mauris metus. Curabitur lobortis. Curabitur sollicitudin hendrerit nunc. Donec ultrices lacus id ipsum.

## 1.2 Model

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. The proof is discussed in Appendix [A.1](#) or [section A.1](#).

**Theorem 1** (Envelope Theorem). *Only the direct effects of a change in an exogenous variable need be considered, even though the exogenous variable may enter the maximum value function indirectly as part of the solution to the endogenous choice variables.*

## 1.3 Comparative Statics

This is also demonstrated in Figure [1.1](#) or [fig. 1.1](#).

Listing 1.1: Long short-term memory

---

```
1 class network_LSTM(nn.Module):
2     def __init__(self, input_size=1, hidden_size=256, output_size=1):
3         super().__init__()
4         self.hidden_size = hidden_size
5         self.lstm = nn.LSTM(input_size, hidden_size)
6
7         # fully-connected
8         self.linear = nn.Linear(hidden_size, output_size)
9
10        self.hidden = (
11            torch.zeros(1, 1, self.hidden_size),
12            torch.zeros(1, 1, self.hidden_size)
13        )
14
15        def forward(self, vec):
16            lstm_output, self.hidden = self.lstm(vec.view(len(vec), 1, -1), self.
17                hidden)
18            prediction = self.linear(lstm_output.view(len(vec), -1))
19            return prediction[-1]
```

---

## 1.4 Conclusion

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.

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 consectetur. 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.

# Chapter 2

## Title of Chapter Two

This chapter explores two-side markets. Sed mattis, erat sit amet gravida malesuada, elit augue egestas diam, tempus scelerisque nunc nisl vitae libero. Sed consequat feugiat massa. Nunc porta, eros in eleifend varius, erat leo rutrum dui, non convallis lectus orci ut nibh. Sed lorem massa, nonummy quis, egestas id, condimentum at, nisl. Maecenas at nibh. Aliquam et augue at nunc pellentesque ullamcorper. Duis nisl nibh, laoreet suscipit, convallis ut, rutrum id, enim. Phasellus odio. Nulla nulla elit, molestie non, scelerisque at, vestibulum eu, nulla. Ut odio nisl, facilisis id, mollis et, scelerisque nec, enim. Aenean sem leo, pellentesque sit amet, scelerisque sit amet, vehicula pellentesque, sapien.

### 2.1 Introduction

We follow the approach from [Harding and Lamarche \(2019\)](#). Quisque facilisis auctor sapien. Pellentesque gravida hendrerit lectus. Mauris rutrum sodales sapien. Fusce hendrerit sem vel lorem. Integer pellentesque massa vel augue. Integer elit tortor, feugiat quis, sagittis et, ornare non, lacus. Vestibulum posuere pellentesque eros. Quisque venenatis ipsum dictum nulla. Aliquam quis quam non metus eleifend interdum. Nam eget sapien ac mauris malesuada adipiscing. Etiam eleifend



neque sed quam. Nulla facilisi. Proin a ligula. Sed id dui eu nibh egestas tincidunt. Suspendisse arcu. By using this approach, comparable results can be obtained (Chen, Esteban and Shum, 2013).

## 2.2 Model

Phasellus placerat vulputate quam. Maecenas at tellus. Pellentesque neque diam, dignissim ac, venenatis vitae, consequat ut, lacus. Nam nibh. Vestibulum fringilla arcu mollis arcu. Sed et turpis. Donec sem tellus, volutpat et, varius eu, commodo sed, lectus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Quisque enim arcu, suscipit nec, tempus at, imperdiet vel, metus. Morbi volutpat purus at erat. Donec dignissim, sem id semper tempus, nibh massa eleifend turpis, sed pellentesque wisi purus sed libero. Nullam lobortis tortor vel risus. Pellentesque consequat nulla eu tellus. Donec velit. Aliquam fermentum, wisi ac rhoncus iaculis, tellus nunc malesuada orci, quis volutpat dui magna id mi. Nunc vel ante. Duis vitae lacus. Cras nec ipsum.

## 2.3 Identification

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at, dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu. To calculate the ELBO<sup>1</sup>, we start from using the property of the KL-divergence.

---

<sup>1</sup>More information about the evidence lower bound (ELBO) can be found on the [Wikipedia](#).

## 2.4 Empirical Results

The results are presented in Appendix [B.1b](#). Download this template at the [Github repository](#).

## 2.5 Application

Morbi sem. Nulla facilisi. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Nulla facilisi. Morbi sagittis ultrices libero. Praesent eu ligula sed sapien auctor sagittis. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Donec vel nunc. Nunc fermentum, lacus id aliquam porta, dui tortor euismod eros, vel molestie ipsum purus eu lacus. Vivamus pede arcu, euismod ac, tempus id, pretium et, lacus. Curabitur sodales dapibus urna. Nunc eu sapien. Donec eget nunc a pede dictum pretium. Proin mauris. Vivamus luctus libero vel nibh.

## 2.6 Conclusion

Ut auctor, augue porta dignissim vestibulum, arcu diam lobortis velit, vel scelerisque risus augue sagittis risus. Maecenas eu justo. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris congue ligula eget tortor. Nullam laoreet urna sed enim. Donec eget eros ut eros volutpat convallis. Praesent turpis. Integer mauris diam, elementum quis, egestas ac, rutrum vel, orci. Nulla facilisi. Quisque adipiscing, nulla vitae elementum porta, sem urna volutpat leo, sed porta enim risus sed massa. Integer ac enim quis diam sodales luctus. Ut eget eros a ligula commodo ultricies. Donec eu urna viverra dolor hendrerit feugiat. Aliquam ac orci vel eros congue pharetra. Quisque rhoncus, justo eu volutpat faucibus, augue leo posuere lacus, a rhoncus purus pede vel est. Proin ultrices enim.

# Chapter 3

## Title of Chapter Three

This chapter estimates the treatment effects. Pellentesque interdum sapien sed nulla. Proin tincidunt. Aliquam volutpat est vel massa. Sed dolor lacus, imperdiet non, ornare non, commodo eu, neque. Integer pretium semper justo. Proin risus. Nullam id quam. Nam neque. Duis vitae wisi ullamcorper diam congue ultricies. Quisque ligula. Mauris vehicula. The simplex is depicted in [Appendix C.2](#).

### 3.1 Introduction

Many previous research has has studied this problem ([Lee, 2018](#), [Dong and Shen, 2018](#)). Download this template at the [Github repository](#). Morbi malesuada hendrerit dui. Nunc mauris leo, dapibus sit amet, vestibulum et, commodo id, est. Pellentesque purus. Pellentesque tristique, nunc ac pulvinar adipiscing, justo eros consequat lectus, sit amet posuere lectus neque vel augue. Cras consectetur libero ac eros. Ut eget massa. Fusce sit amet enim eleifend sem dictum auctor. In eget risus luctus wisi convallis pulvinar. Vivamus sapien risus, tempor in, viverra in, aliquet pellentesque, eros. Aliquam euismod libero a sem.

Nunc velit augue, scelerisque dignissim, lobortis et, aliquam in, risus. In eu eros. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Curabitur vulputate

elit viverra augue. Mauris fringilla, tortor sit amet malesuada mollis, sapien mi dapibus odio, ac imperdiet ligula enim eget nisl. Quisque vitae pede a pede aliquet suscipit. Phasellus tellus pede, viverra vestibulum, gravida id, laoreet in, justo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Integer commodo luctus lectus. Mauris justo. Duis varius eros. Sed quam. Cras lacus eros, rutrum eget, varius quis, convallis iaculis, velit. Mauris imperdiet, metus at tristique venenatis, purus neque pellentesque mauris, a ultrices elit lacus nec tortor. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent malesuada. Nam lacus lectus, auctor sit amet, malesuada vel, elementum eget, metus. Duis neque pede, facilisis eget, egestas elementum, nonummy id, neque.

## 3.2 Algorithm

Curabitur ullamcorper est in mauris. Praesent ac massa. Quisque enim odio, lobortis nec, mattis ut, luctus et, mauris. Mauris eu risus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Duis eu ligula. Nulla vehicula leo tincidunt erat. Maecenas et nunc. Sed ut sapien. Vestibulum in est. Vestibulum rhoncus.

---

**Algorithm 1:** Euclid’s algorithm for finding the greatest common divisor of two nonnegative integers

---

function Euclid ( $a, b$ );

**Input** : Two nonnegative integers  $a$  and  $b$

**Output** :  $\gcd(a, b)$

**if**  $b = 0$  **then**

    | return  $a$ ;

**else**

    | return Euclid( $b, a \bmod b$ );

**end**

---

Donec metus metus, condimentum eu, accumsan nec, vulputate non, purus. Vestibulum ullamcorper vehicula sapien. Mauris risus odio, hendrerit ac, congue ac, ullamcorper at, odio. Aenean leo justo, commodo vitae, placerat blandit, malesuada vel, sem. Donec sit amet ante eget mauris

adipiscing sollicitudin. Curabitur posuere sem et leo. Nulla ultricies mauris. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Fusce sollicitudin augue vel tellus. Vivamus mauris eros, pharetra vel, lacinia pretium, egestas a, nibh. Morbi a ligula.

### 3.3 Results

Donec a nibh ut elit vestibulum tristique. Integer at pede. Cras volutpat varius magna. Phasellus eu wisi. Praesent risus justo, lobortis eget, scelerisque ac, aliquet in, dolor. Proin id leo. Nunc iaculis, mi vitae accumsan commodo, neque sem lacinia nulla, quis vestibulum justo sem in eros. Quisque sed massa. Morbi lectus ipsum, vulputate a, mollis ut, accumsan placerat, tellus. Nullam in wisi. Vivamus eu ligula a nunc accumsan congue. Suspendisse ac libero. Aliquam erat volutpat. Donec augue. Nunc venenatis fringilla nibh. Fusce accumsan pulvinar justo. Nullam semper, dui ut dignissim auctor, orci libero fringilla massa, blandit pulvinar pede tortor id magna. Nunc adipiscing justo sed velit tincidunt fermentum.

Table 3.1: Summary Statistics

	Cohort		
	2016	2017	2018
<b>Students registered</b>	1535	1584	1767
<b>Gender (%)</b>			
Male	61.1	64.5	57.7
Female	38.9	35.5	42.3
<b>Race (%)</b>			
White	43.3	43.4	40.6
Black	29.8	33.4	34.8

*Note:* Source: UCT Institutional Planning Department.

Donec tempus neque vitae est. Aenean egestas odio sed risus ullamcorper ullamcorper. Sed in nulla a tortor tincidunt egestas. Nam sapien tortor, elementum sit amet, aliquam in, porttitor faucibus, enim. Nullam congue suscipit nibh. Quisque convallis. Praesent arcu nibh, vehicula eget, accumsan eu, tincidunt a, nibh. Suspendisse vulputate, tortor quis adipiscing viverra, lacus nibh

dignissim tellus, eu suscipit risus ante fringilla diam. Quisque a libero vel pede imperdiet aliquet. Pellentesque nunc nibh, eleifend a, consequat consequat, hendrerit nec, diam. Sed urna. Maecenas laoreet eleifend neque. Vivamus purus odio, eleifend non, iaculis a, ultrices sit amet, urna. Mauris faucibus odio vitae risus. In nisl. Praesent purus. Integer iaculis, sem eu egestas lacinia, lacus pede scelerisque augue, in ullamcorper dolor eros ac lacus. Nunc in libero.

### 3.4 Conclusion

Curabitur ullamcorper est in mauris. Praesent ac massa. Quisque enim odio, lobortis nec, mattis ut, luctus et, mauris. Mauris eu risus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Duis eu ligula. Nulla vehicula leo tincidunt erat. Maecenas et nunc. Sed ut sapien. Vestibulum in est. Vestibulum rhoncus.

Donec metus metus, condimentum eu, accumsan nec, vulputate non, purus. Vestibulum ullamcorper vehicula sapien. Mauris risus odio, hendrerit ac, congue ac, ullamcorper at, odio. Aenean leo justo, commodo vitae, placerat blandit, malesuada vel, sem. Donec sit amet ante eget mauris adipiscing sollicitudin. Curabitur posuere sem et leo. Nulla ultricies mauris. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Fusce sollicitudin augue vel tellus. Vivamus mauris eros, pharetra vel, lacinia pretium, egestas a, nibh. Morbi a ligula.

Donec vitae turpis. Suspendisse porttitor. Mauris aliquam purus vitae tellus. Morbi metus diam, tempus ac, cursus ut, ultricies quis, nulla. Praesent nec justo. In lobortis. Donec nec lectus a neque laoreet rhoncus. Quisque in risus nec wisi lacinia ullamcorper. In placerat. Proin facilisis sollicitudin libero. Integer eget neque et pede placerat aliquet. Aliquam purus nulla, pulvinar ut, facilisis quis, sodales sed, magna. Curabitur nulla lectus, rutrum id, bibendum ut, sagittis eget, diam. Sed porta dolor eget est. Integer hendrerit orci. In hac habitasse platea dictumst.

# Bibliography

- Chen, Jiawei, Susanna Esteban, and Matthew Shum.** 2013. “[When Do Secondary Markets Harm Firms?](#)” *American Economic Review*, 103(7): 2911–2934.
- Dong, Yingying, and Shu Shen.** 2018. “[Testing for Rank Invariance or Similarity in Program Evaluation.](#)” *Review of Economics and Statistics*, 100(1): 78–85.
- Harding, Matthew, and Carlos Lamarche.** 2019. “[A panel quantile approach to attrition bias in Big Data: Evidence from a randomized experiment.](#)” *Journal of Econometrics*, 211(1): 61–82.
- Lee, Ying-Ying.** 2018. “[Efficient propensity score regression estimators of multivalued treatment effects for the treated.](#)” *Journal of Econometrics*, 204(2): 207–222.

# Appendix A

## Supplementary material for Chapter 1

### A.1 Proof of Theorem

*Proof.* Given  $y, x, \Delta, \nu, \eta, \mathcal{L} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{pmatrix}$ , and  $\Pi = \begin{vmatrix} A & B & C \\ D & E & F \end{vmatrix}$ , if

$$\begin{cases} \text{trade,} & p(\text{trade}) = \frac{y}{v} \\ \text{no trade,} & p(\text{no trade}) = 1 - \frac{y}{v} \end{cases}$$

$$y = \mathbb{E}_{\pi}(\beta x + \epsilon) + \frac{1}{2} \text{ (large frac)} + \frac{1}{2} \text{ (inline frac)}$$

$$\neq \sum_i \beta_i (\underbrace{\alpha + \xi}_{\text{variables}}) + \epsilon$$

$$\implies \int_0^{10} r \left( \frac{r}{50} \right) dr \stackrel{\text{text here}}{=} \frac{r^3}{150} \Big|_0^{10}, \forall x \in (a, b) \tag{A.1}$$

So from  $\widehat{ABCD}$ ,  $\widetilde{ABCD}$ ,  $\widehat{ABCD}$ ,  $\overrightarrow{ABCD}$ , and  $\overline{ABCD}$ , we get the desire result. ■

Consider  $g(x) = f(x) - x$ , since  $f(x)$  and  $x$  are continuous, then by IVT:  $\exists c \in (a, b)$  s.t.  
 $g(c) = 0 \implies \exists c \in (a, b)$  s.t.  $f(c) - c = 0 \implies f(c) = c$ .



# Appendix B

## Supplementary material for Chapter 2

### B.1 Descriptive Statistics

The data can be summarized by the tables below:

Table B.1a: First Table

Category	Total	Shares (%)	Female	Male	Asian	Black/AA	His./Latino	White/Cau.	Zeros (%)
child care	19.39	0.08	12.32	20.12	23.14	63.78	20.24	19.00	0.07
eating	30.35	6.12	35.97	6.23	24.61	21.58	38.18	2.02	0.00
education	9.91	0.04	9.94	90.54	9.69	7.99	10.64	10.14	0.90
entertainment (not TV)	26.05	0.10	29.19	26.60	33.36	26.13	4.43	25.15	0.45

*Note:* This is the first table.

Table B.1b: Second Table

Category	Total	Shares (%)	Female	Male	Asian	Black/AA	His./Latino	White/Cau.	Zeros (%)
child care	19.39	0.08	39.32	40.12	23.14	18.78	20.24	19.00	0.07
personal care	13.92	0.06	24.00	23.14	16.12	1.76	15.15	13.66	0.00
sports/exercise	20.44	0.08	20.38	31.00	24.99	25.48	20.71	20.07	0.53
TV	28.61	0.12	48.47	9.93	2.35	63.70	29.22	80.20	0.46

*Note:* This is the second table.

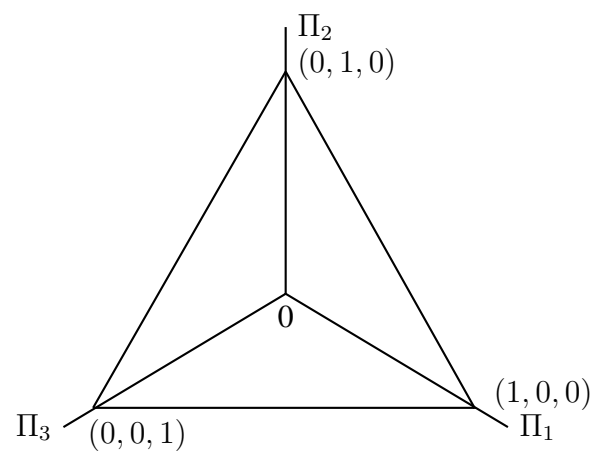
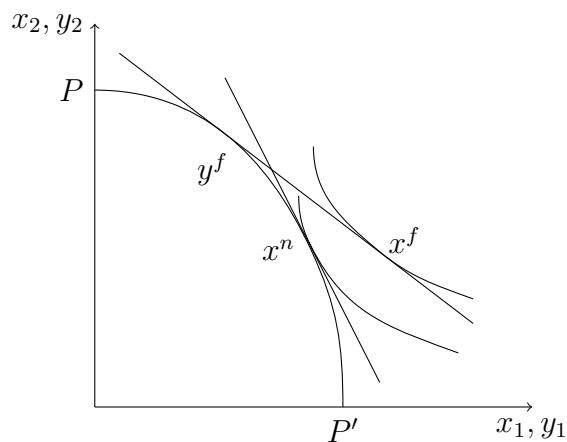
# Appendix C

## Supplementary material for Chapter 3

### C.1 More Discussions

We graph with `tikz` in `LATEX`. Curabitur ullamcorper est in mauris. Praesent ac massa. Quisque enim odio, lobortis nec, mattis ut, luctus et, mauris. Mauris eu risus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Duis eu ligula. Nulla vehicula leo tincidunt erat. Maecenas et nunc. Sed ut sapien. Vestibulum in est. Vestibulum rhoncus.

### C.2 Graphical Representations



### C.3 More Tikz

Figure C.1: Caption above figure

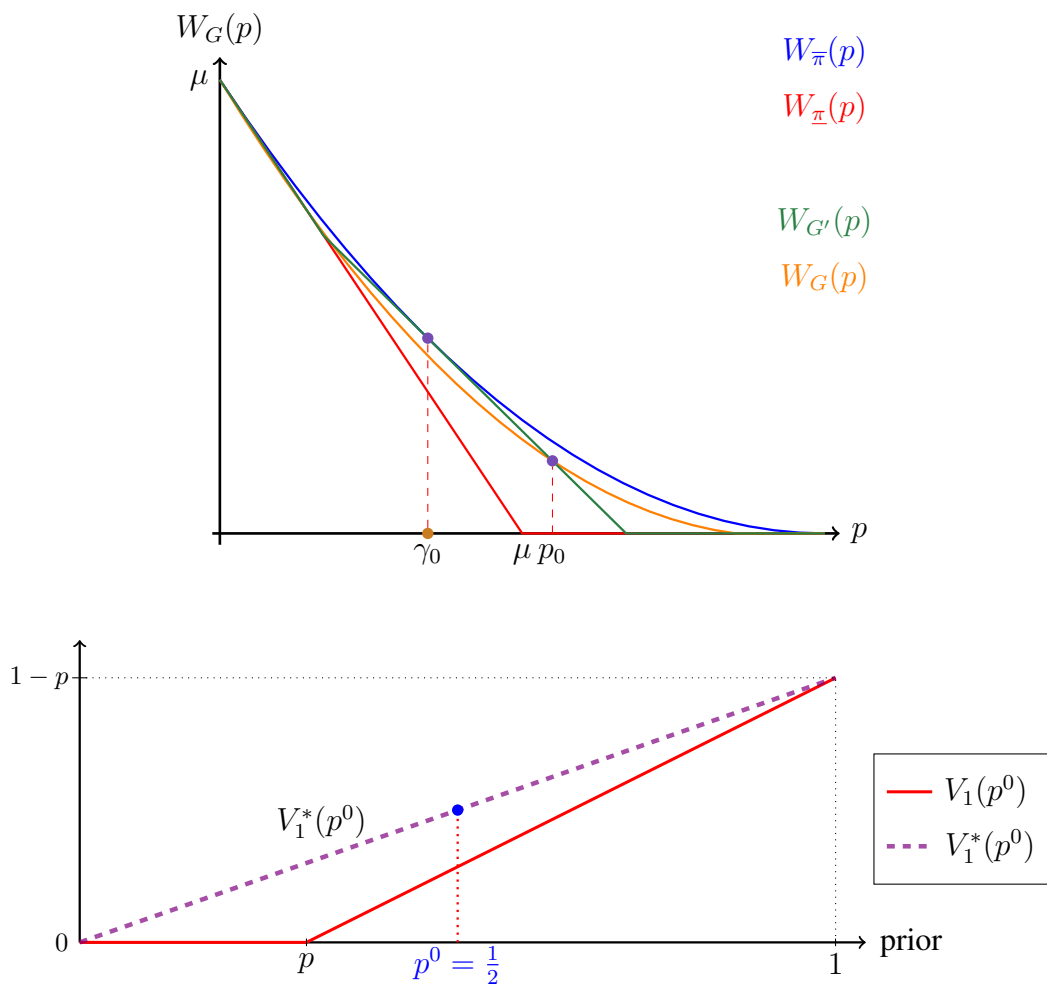


Figure C.2: Caption below figure

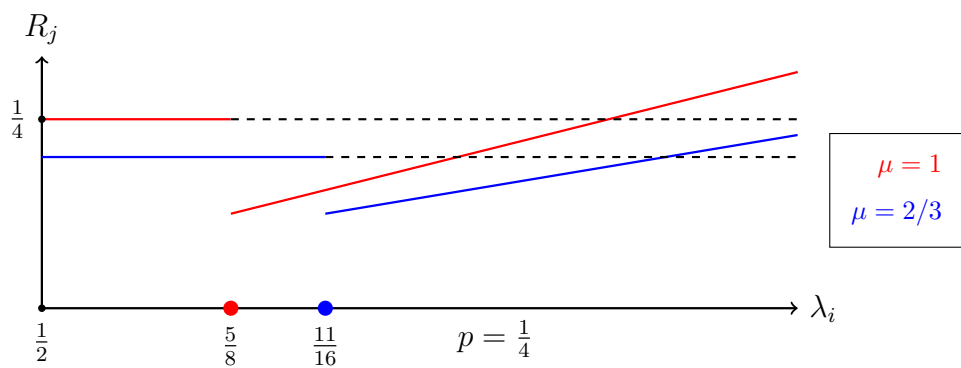


Figure C.3: Caption below figure