Your Full Name
090XXXXXX

A Title to the Report

A Catchy Optional Subtitle that Grabs the Attention

Bachelor Thesis

A Title to the Report

A Catchy Optional Subtitle that Grabs the Attention

by

Your Full Name

Project Advisor

Asst. Prof. XYZ XYZ (Faculty of Science and Letters, ITU)

Jury Members

...

...

Academic Semester:	Spring, 202X - 202X,
Faculty:	Faculty of Science and Letters
Thesis Submission Date :	..., 202X
Defense Date :	..., 202X

Cover: Lorem ipsum dolor sit amet, et quo eripuit oportere

İTÜ

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ 1773

To the one whose clarity shines like the moon,
bright as the moon and lighting my path

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, et quo eripuit oportere. Invenire urbanitas elaboraret cum no, eu vix saperet gubergren liberavisse. No eum doming iuvaret quaeque, alii perfecto mel in, an est liber aperiri vituperata. Mel an zril laoreet antiopam. Ne adolescens vituperata est, laudem altera eirmod sed ne, debet timeam aliquip mea no.

Vel euripidis delicatissimi et. Ea qui dictas quaeque voluptua. Ne modus movet inermis qui. Usu insolens torquatos suscipiantur ne. Duo ei nominavi consequat elaboraret, et tation sapientem pertinacia pri. Cu partiendo consequuntur est.

Ea vero possit aliquid est. Eos et illum nonumy quaestio, nec eu inani eripuit lobortis, ut eos inani copiosae senserit. Ut nec esse melius, id invenire mediocrem has, unum nostro scriptorem sit cu. Nostrum voluptua insolens duo id, cibo error viderer in duo, prodesset persequeris in quo. Ex mea stet adhuc, id per veniam praesent convenire, et cibo vitae duo. Qui enim exerci tincidunt ea. Nec eius assueverit ei, sit omnis ornatus ea, illum nemore id vel.

Summary

Lorem ipsum dolor sit amet, et quo eripuit oportere. Invenire urbanitas elaboraret cum no, eu vix saperet gubergren liberavisse. No eum doming iuvaret quaeque, alii perfecto mel in, an est liber aperiri vituperata. Mel an zril laoreet antiopam. Ne adolescens vituperata est, laudem altera eirmod sed ne, debet timeam aliquip mea no.

Vel euripidis delicatissimi et. Ea qui dictas quaeque voluptua. Ne modus movet inermis qui. Usu insolens torquatos suscipiantur ne. Duo ei nominavi consequat elaboraret, et tation sapientem pertinacia pri. Cu partiendo consequuntur est.

Ea vero possit aliquid est. Eos et illum nonumy quaestio, nec eu inani eripuit lobortis, ut eos inani copiosae senserit. Ut nec esse melius, id invenire mediocrem has, unum nostro scriptorem sit cu. Nostrum voluptua insolens duo id, cibo error viderer in duo, prodesset persequeris in quo. Ex mea stet adhuc, id per veniam praesent convenire, et cibo vitae duo. Qui enim exerci tincidunt ea. Nec eius assueverit ei, sit omnis ornatus ea, illum nemore id vel.

Eu animal incorrupte qui. Usu amet explicari et, pro amet ullum sanctus cu. Quas semper ea his, dictas temporibus cu usu, facete pertinax argumentum ea vis. Ne detracto gubergren his, per eu noluisse conclusionemque. Eam falli docendi repudiare an. Dicta primis ei per, iudico iudicabit te eum.

Debitis constituto reformidans ad mea, mea tation decore maiorum an. Delicata recteque et usu, enim esse recusabo sea ei, ex natum justo quo. Ea per postulant salutatus conceptam. Tempor iriure eligendi vix an, similique moderatius ea nam.

Preface

Lorem ipsum dolor sit amet, et quo eripuit oportere. Invenire urbanitas elaboraret cum no, eu vix saperet gubergren liberavisse. No eum doming iuvaret quaeque, alii perfecto mel in, an est liber aperiri vituperata. Mel an zril laoreet antiopam. Ne adolescens vituperata est, laudem altera eirmod sed ne, debet timeam aliquip mea no.

Vel euripidis delicatissimi et. Ea qui dictas quaeque voluptua. Ne modus movet inermis qui. Usu insolens torquatos suscipiantur ne. Duo ei nominavi consequat elaboraret, et tation sapientem pertinacia pri. Cu partiendo consequuntur est.

Ea vero possit aliquid est. Eos et illum nonumy quaestio, nec eu inani eripuit lobortis, ut eos inani copiosae senserit. Ut nec esse melius, id invenire mediocrem has, unum nostro scriptorem sit cu. Nostrum voluptua insolens duo id, cibo error viderer in duo, prodesset persequeris in quo. Ex mea stet adhuc, id per veniam praesent convenire, et cibo vitae duo. Qui enim exerci tincidunt ea. Nec eius assueverit ei, sit omnis ornatus ea, illum nemore id vel.

Eu animal incorrupte qui. Usu amet explicari et, pro amet ullum sanctus cu. Quas semper ea his, dictas temporibus cu usu, facete pertinax argumentum ea vis. Ne detracto gubergren his, per eu noluisse conclusionemque. Eam falli docendi repudiare an. Dicta primis ei per, iudico iudicabit te eum.

Debitis constituto reformidans ad mea, mea tation decore maiorum an. Delicata recteque et usu, enim esse recusabo sea ei, ex natum justo quo. Ea per postulant salutatus conceptam. Tempor iriure eligendi vix an, similique moderatius ea nam.

Your Full Name
Istanbul, September 2024

Contents

List of Figures

List of Tables

Nomenclature

Abbreviations

Abbreviation	Definition
BPM	Beam Propagation Method
DOF	Depth of Focus
FFT	Fast Fourier Transform
LD	Laser Diode

Symbols

Symbol	Definition	Unit
B	Magnetic Field	[Tesla]
c	Speed of Light	[m/s]
D	Electric Displacement Field	$[C/m^2]$
E	Electric Field	[V/m]
I	Intensity	$[V/m^2]$
J	Current Density	$[A/m^2]$
J_m	Bessel functions of the first kind	
P	Power	[W]
ρ	Charge Density	$[C/m^3]$
ϵ_0	Vacuum Permittivity	[F/m]
μ_0	Vacuum Permeability	$[mkg/s^2A^2]$

1

Chapter 1

Lorem ipsum dolor sit amet, et quo eripuit oportere. Invenire urbanitas elaboraret cum no, eu vix saperet gubergren liberavisse. No eum doming iuvaret quaeque, alii perfecto mel in, an est liber aperiri vituperata. Mel an zril laoreet antiopam. Ne adolescens vituperata est, laudem altera eirmod sed ne, debet timeam aliquip mea no.

Vel euripidis delicatissimi et. Ea qui dictas quaeque voluptua. Ne modus movet inermis qui. Usu insolens torquatos suscipiantur ne. Duo ei nominavi consequat elaboraret, et tation sapientem pertinacia pri. Cu partiendo consequuntur est.

Ea vero possit aliquid est. Eos et illum nonumy quaestio, nec eu inani eripuit lobortis, ut eos inani copiosae senserit. Ut nec esse melius, id invenire mediocrem has, unum nostro scriptorem sit cu. Nostrum voluptua insolens duo id, cibo error viderer in duo, prodesset persequeris in quo. Ex mea stet adhuc, id per veniam praesent convenire, et cibo vitae duo. Qui enim exerci tincidunt ea. Nec eius assueverit ei, sit omnis ornatus ea, illum nemore id vel.

2
Chapter 2

Lorem ipsum dolor sit amet, et quo eripuit oportere. Invenire urbanitas elaboraret cum no, eu vix saperet gubergren liberavisse. No eum doming iuvaret quaeque, alii perfecto mel in, an est liber aperiri vituperata. Mel an zril laoreet antiopam. Ne adolescens vituperata est, laudem altera eirmod sed ne, debet timeam aliquip mea no.

Vel euripidis delicatissimi et. Ea qui dictas quaeque voluptua. Ne modus movet inermis qui. Usu insolens torquatos suscipiantur ne. Duo ei nominavi consequat elaboraret, et tation sapientem pertinacia pri. Cu partiendo consequuntur est.

Ea vero possit aliquid est. Eos et illum nonumy quaestio, nec eu inani eripuit lobortis, ut eos inani copiosae senserit. Ut nec esse melius, id invenire mediocrem has, unum nostro scriptorem sit cu. Nostrum voluptua insolens duo id, cibo error viderer in duo, prodesset persequeris in quo. Ex mea stet adhuc, id per veniam praesent convenire, et cibo vitae duo. Qui enim exerci tincidunt ea. Nec eius assueverit ei, sit omnis ornatus ea, illum nemore id vel.

3

Chapter 3

Lorem ipsum dolor sit amet, et quo eripuit oportere. Invenire urbanitas elaboraret cum no, eu vix saperet gubergren liberavisse. No eum doming iuvaret quaeque, alii perfecto mel in, an est liber aperiri vituperata. Mel an zril laoreet antiopam. Ne adolescens vituperata est, laudem altera eirmod sed ne, debet timeam aliquip mea no.

Vel euripidis delicatissimi et. Ea qui dictas quaeque voluptua. Ne modus movet inermis qui. Usu insolens torquatos suscipiantur ne. Duo ei nominavi consequat elaboraret, et tation sapientem pertinacia pri. Cu partiendo consequuntur est.

Ea vero possit aliquid est. Eos et illum nonumy quaestio, nec eu inani eripuit lobortis, ut eos inani copiosae senserit. Ut nec esse melius, id invenire mediocrem has, unum nostro scriptorem sit cu. Nostrum voluptua insolens duo id, cibo error viderer in duo, prodesset persequeris in quo. Ex mea stet adhuc, id per veniam praesent convenire, et cibo vitae duo. Qui enim exerci tincidunt ea. Nec eius assueverit ei, sit omnis ornatus ea, illum nemore id vel.

Source Code Example

`listings`. An example can be found below. Files can be added using `\lstinputlisting[language=<language>]{<filename>}`

```python
import jax
import jax.numpy as jnp
import optax
from jax import grad, jit, vmap
from jax.scipy.special import logsumexp
from typing import Callable, Tuple

# Generate a random adjacency matrix for a graph
def generate_random_graph(num_nodes: int, edge_prob: float) -> jnp.ndarray:
    """Generates a random adjacency matrix for a graph with given probability of edge existence."""
    rng = jax.random.PRNGKey(0)
    adjacency_matrix = jax.random.bernoulli(rng, p=edge_prob, shape=(num_nodes, num_nodes))
    adjacency_matrix = jnp.triu(adjacency_matrix, 1)  # Upper triangular to avoid self-loops
    adjacency_matrix = adjacency_matrix + adjacency_matrix.T  # Symmetrize
    return adjacency_matrix

# Define the graph coloring loss function
def graph_coloring_loss(colors: jnp.ndarray, adjacency_matrix: jnp.ndarray) -> jnp.ndarray:
    """Computes the loss function for the graph coloring problem."""
    num_nodes = adjacency_matrix.shape[0]
    color_matrix = jnp.expand_dims(colors, 0) == jnp.expand_dims(colors, 1)
    adjacency_loss = jnp.sum(adjacency_matrix * color_matrix)
    return adjacency_loss

# Define the optimization step
def update(params: jnp.ndarray, opt_state: optax.OptState, grads: jnp.ndarray, optimizer: optax.GradientTransformation) -> Tuple[jnp.ndarray, optax.OptState]:
    """Updates parameters using Optax optimizer."""
    updates, opt_state = optimizer.update(grads, opt_state, params)
    return optax.apply_updates(params, updates), opt_state

# Main function to solve the graph coloring problem
def graph_coloring(num_nodes: int, edge_prob: float, num_colors: int, learning_rate: float, num_steps: int):
    adjacency_matrix = generate_random_graph(num_nodes, edge_prob)

    # Initialize color assignments randomly
    init_colors = jax.random.randint(jax.random.PRNGKey(1), shape=(num_nodes,), minval=0, maxval=num_colors)

    # Define the optimizer
    optimizer = optax.adam(learning_rate)

    # Define the loss function
    loss_fn = lambda colors: graph_coloring_loss(colors, adjacency_matrix)

    # Initialize optimizer state
    opt_state = optimizer.init(init_colors)

    # Gradient function
    grad_fn = jit(grad(loss_fn))

    # Optimization loop
    colors = init_colors
    for step in range(num_steps):
        grads = grad_fn(colors)
        colors, opt_state = update(colors, opt_state, grads, optimizer)

        # Print progress
        if step % 100 == 0:
```

```
            current_loss = loss_fn(colors)
            print(f"Step {step}, Loss: {current_loss:.2f}")

    return colors

# Parameters
num_nodes = 10
edge_prob = 0.3
num_colors = 3
learning_rate = 0.01
num_steps = 1000

# Run the graph coloring optimization
optimized_colors = graph_coloring(num_nodes, edge_prob, num_colors, learning_rate, num_steps)
print("Optimized Colors:", optimized_colors)
```

Task Division Example

If a task division is required, a simple template can be found below for convenience. Feel free to use, adapt or completely remove.

Table 3.1: Distribution of the workload

	Task	Student Name(s)
	Summary	
Chapter 1	Introduction	
Chapter 2		
Chapter 3		
Chapter *		
Chapter *	Conclusion	
	Editors	
	CAD and Figures	
	Document Design and Layout	

Lorem ipsum dolor sit amet, et quo eripuit oportere. Invenire urbanitas elaboraret cum no, eu vix saperet gubergren liberavisse. No eum doming iuvaret quaeque, alii perfecto mel in, an est liber aperiri vituperata. Mel an zril laoreet antiopam. Ne adolescens vituperata est, laudem altera eirmod sed ne, debet timeam aliquip mea no.

Vel euripidis delicatissimi et. Ea qui dictas quaeque voluptua. Ne modus movet inermis qui. Usu insolens torquatos suscipiantur ne. Duo ei nominavi consequat elaboraret, et tation sapientem pertinacia pri. Cu partiendo consequuntur est.

Istanbul
Technical
University

ITU Ayazaga Campus, FEB Building
34469 Maslak-Istanbul

www.itu.edu.tr/en