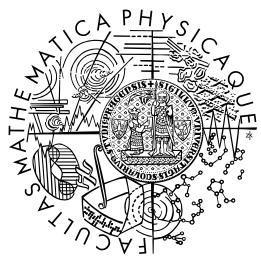


TODOs

1 Include above includes this function 1



FACULTY
OF MATHEMATICS
AND PHYSICS
Charles University

BACHELOR THESIS

Filip Bubák

Graphle: Graph-oriented file management system

Department of Software Engineering

Supervisor of the bachelor thesis: Ing. Pavel Koupil, Ph.D.

Study programme: Programming and Software Development

Prague 2025

I declare that I carried out this bachelor thesis on my own, and only with the cited sources, literature and other professional sources. I understand that my work relates to the rights and obligations under the Act No. 121/2000 Sb., the Copyright Act, as amended, in particular the fact that the Charles University has the right to conclude a license agreement on the use of this work as a school work pursuant to Section 60 subsection 1 of the Copyright Act.

In date

Author's signature

Acknowledgement Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

Title: Graphle: Graph-oriented file management system

Author: Filip Bubák

Department: Department of Software Engineering

Supervisor: Ing. Pavel Koupil, Ph.D., Katedra softwarového inženýrství

Abstract: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

Keywords: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat.

Název práce: Graphle: Grafově orientovaný systém pro správu souborů

Autor: Filip Bubák

Katedra: Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Koupil, Ph.D., Katedra softwarového inženýrství

Abstrakt: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

Klíčová slova: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat.

Contents

1	Introduction	1
2	Current landspace	3
3	Analysis	4
3.1	Functional and Qualitative Requirements	4
3.1.1	Functional Requirements	4
3.1.2	Qualitative Requirements	4
3.2	Security	5
3.2.1	Accounts	5
3.2.2	File permissions	5
3.3	Use Cases	5
3.3.1	Search for a file	5
3.3.2	Add a relationship	6
3.3.3	Remove a relationship	7
3.3.4	Add a tag	8
3.3.5	Remove a tag	8
3.3.6	Complex DSL query construction	9
3.3.7	Command auto-completion	10
4	Design Documentation	12
4.1	Architecture	12
4.2	Used Technologies	12
4.2.1	Programming language	12
4.2.2	API	12
4.2.3	GUI	12
4.2.4	DSL	13
4.2.5	Relationships between files storage	13
4.2.6	Autocomplete	13
4.3	Mockups	13
4.3.1	Start Page mockup	13
5	Developer Documentation	14
5.1	Backend	14
5.2	Frontend	14
5.3	Sequence Diagrams	14
5.4	API Documentation	14
5.5	Algorithms employed	15
5.5.1	Autocomplete	15
5.5.2	Garbage Collector	15
5.5.3	DSL	15
5.6	Discussion of implementation problems	15
5.6.1	GUI updates	15
5.6.2	Real-time autocomplete	15
5.6.3	Transparent computing	16

5.6.4 Portability	16
5.6.5 User navigation	16
5.6.6 Deployment	16
5.7 Testing	17
6 User Documentation	18
6.1 Hardware and Software Requirements	18
6.2 Installation and Deployment	18
6.3 User Interface	18
6.4 Tutorial	18
7 Conclusion	20
Bibliography	21
Appendix A: Vocabulary	22

Section 1

Introduction

TODO: Include above includes this function

 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos iridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos iridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitibus aut rerum necessitatibus saepe eveniet, ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum.

 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos iridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitibus aut rerum necessitatibus saepe eveniet, ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum defuturum, quas natura non depravata desiderat. Et quem ad me accedit, saluto: 'chaere,' inquam, 'Tite!' lictores, turma omnis chorusque: 'chaere.'

 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem,

ut postea variari voluptas distinguique possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos.

Section 2

Current landspace

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequa doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequa doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet, ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequa doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et aut officiis debitis aut rerum necessitatibus saepe eveniet, ut et voluptates repudiandae sint et molestiae non recusandae. Itaque earum rerum defuturum, quas natura non depravata desiderat. Et quem ad me accedit, saluto: 'chaere', inquam, 'Tite!' lictores, turma omnis chorusque: 'chaere'.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequa doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequa doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos.

Section 3

Analysis

This section provides the analytical documentation for an application designed to extend existing filesystems with relationships and tags. The section defines functional and qualitative requirements, including work with semantic and hierarchical connections, the interaction with the system, and its qualities. It explains how the system handles user accounts and their file permissions. In the last subsection, I show possible interactions via use cases, including creating and deleting semantic information, browsing through the filesystem, and using the DSL.

3.1 Functional and Qualitative Requirements

3.1.1 Functional Requirements

This list serves as a feature list this application should fulfill in order to be considered complete.

- **F1 Backwards Compatibility** - The application must work with the existing filesystems and can work with hierarchies via connections in the graph
- **F2 Relationships between files** - Files can be related to other files
- **F3 File tags** - Files can be categorized via tags
- **F4 File manipulation** - Files can be created, opened, deleted and moved
- **F5 Folders work as files** - Folders can do everything files can do
- **F6 GUI file browser** - Filesystem can be traversed via a GUI client
- **F7 Custom DSL** - Custom DSL for more advanced operations with the filesystem
- **F8 Filename autocompletion** - The application recommends possible filenames based on recently visited files
- **F9 Lazy updates** - Updates on the filesystem are done dynamically as needed

3.1.2 Qualitative Requirements

This list serves as a requirement list for how well they should handle the users' wishes.

- **Q1 Usability**
 - The application provides the users with the option to choose between interacting via DSL or GUI
 - Users can set other themes or use a different GUI client altogether
 - Users can connect remotely
- **Q2 Performance**
 - The autocomplete responds with available filenames within 250ms
 - The GUI should update within 200ms after clicking to see neighbors for a node
- **Q3 Reliability**
 - The application will retry performing failing operations before giving up
 - The failure of auxiliary components, such as an auto-completer or GUI, does not prevent the core from running
- **Q4 Extensibility**

- The application can be extended to allow new commands

3.2 Security

3.2.1 Accounts

The system will not have the ability to create custom users, as operating systems themselves already provide this functionality. The user account used is the account of the user who launched the application. Hence, to create a new user, you create a new user account in your operating system. This comes with the benefit that the system itself does not need to concern itself with holding user credentials, which could be a significant security liability if the system was exposed to the internet. Furthermore, regular people often set passwords in a way that allows malicious actors to crack them easily. [1] Instead, I recommend that users set up SSH port forwarding [2]. This is the method that many other applications, such as DBeaver [3], use for safer access.

3.2.2 File permissions

The application inherits all the file permissions from the user who launched the system. To restrict a user's access, create a new user account for them and assign the necessary permissions.

3.3 Use Cases

This section outlines the use cases describing how the user interacts with the application. Use cases range from a variety of functionalities, including creating and deleting semantic information, browsing through the filesystem, and using the DSL.

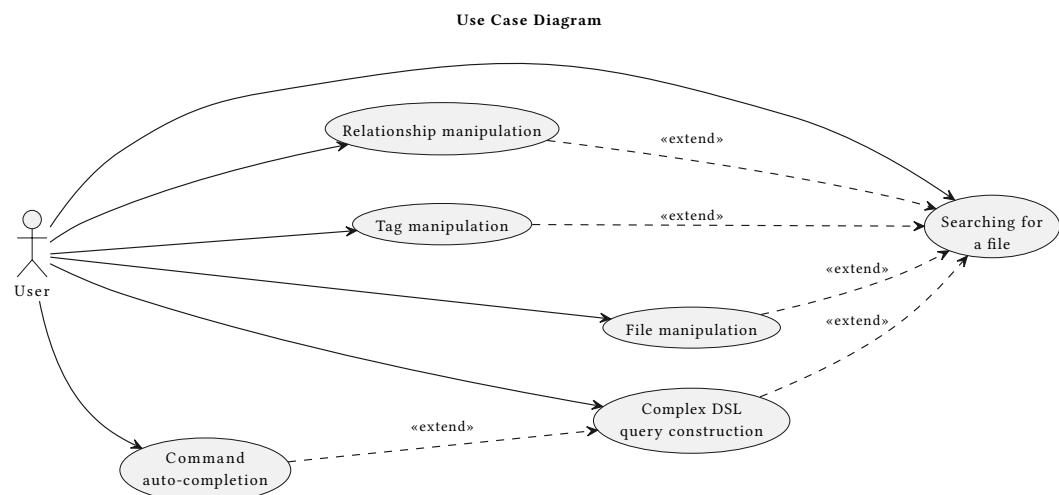


Figure 1: Use case diagram

The Figure 1 shows the overall picture of use cases and how they relate to each other.

3.3.1 Search for a file

Preconditions

- The user has the application opened
- The file browser is connected to a Graphle server

- The user wants to find a file

Flow

1. The user opens the file browser
2. The file browser opens the user-defined home location
3. Application shows the graph of possible neighbors from the current location
4. The user clicks on the neighbor they want to visit
5. If the file was not located then go back to step 3
6. The user clicks on the file
7. The user shows the menu on the file
8. The system shows the menu with different operations available
9. The user selects an operation
10. The system performs the operation

Alternative flow

- 4a) The user uses the integrated DSL for search

Postconditions

- The user accessed the wanted file
- The system performed the desired operation

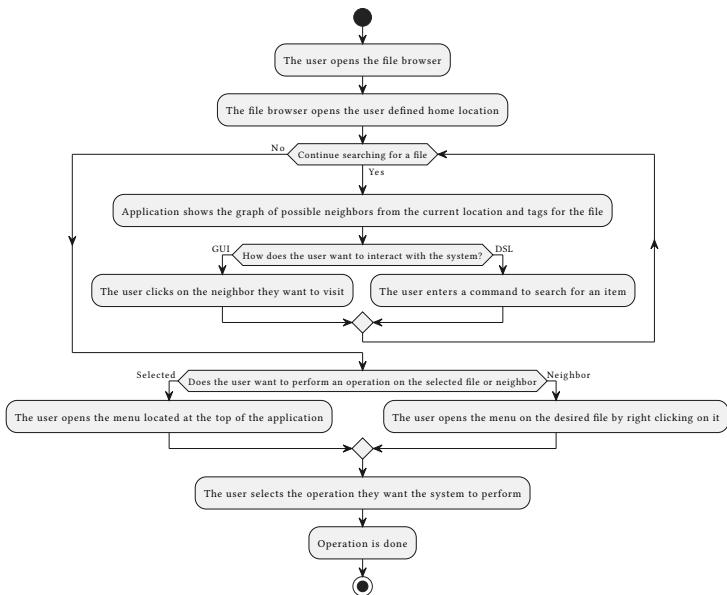


Figure 2: Search for a file activity diagram

3.3.2 Add a relationship

Preconditions

- a) The user has the application opened
- b) The file browser is connected to a Graphle server
- c) The user wants to connect two files with their relationship

Flow

1. The user searches for a file
2. The user selects the operation “Add relationship”

3. The system displays the menu where the user can enter info about the relationship
4. The user enters the information and submits it

Alternative flow

- 1a) The user issues a DSL command
- 4b) The user cancels the operation

Postconditions

- a) The system remembers the new relationship between two entities
- b) The relationship has the name and the value set by the user
- c) The user can traverse the relationship to find the second file straight from the first file

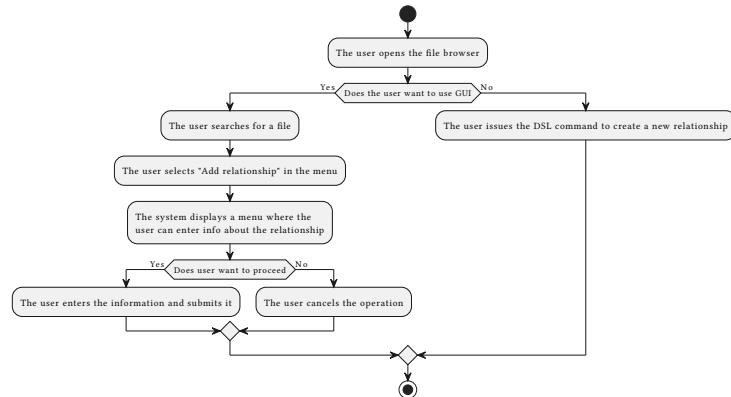


Figure 3: Add a relationship activity diagram

3.3.3 Remove a relationship

Preconditions

- a) The user has the application opened
- b) The file browser is connected to a Graphle server
- c) The user wants to remove a relationship between two files

Flow

1. The user searches for a file
2. The user selects the operation “Remove relationship” on the desired relationship

Alternative flow

- 1a) The user issues a DSL command
- 4b) The user cancels the operation

Postconditions

- a) The system removes the relationship between two entities

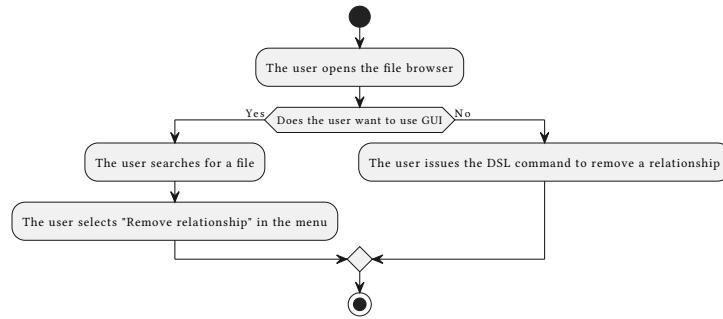


Figure 4: Remove a relationship activity diagram

3.3.4 Add a tag

Preconditions

- a) The user has the application opened
- b) The file browser is connected to a Graphle server
- c) The user wants to tag a file

Flow

1. The user searches for a file
2. The user selects the operation “Add tag”
3. The system displays the menu where the user can enter info about the tag
4. The user enters the information and submits it

Alternative flow

- 1a) The user issues a DSL command
- 4b) The user cancels the operation

Postconditions

- a) The system remembers a new tag
- b) The tag has a name set by the user
- c) The user can find the file by looking at files tagged with such a tag

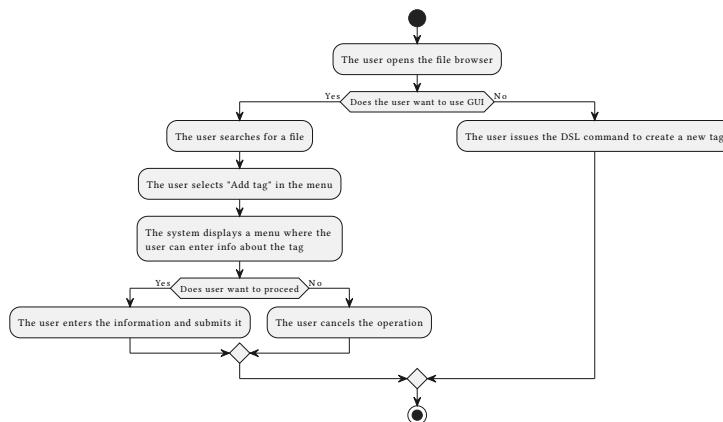


Figure 5: Add a tag activity diagram

3.3.5 Remove a tag

Preconditions

- a) The user has the application opened
- b) The file browser is connected to a Graphle server
- c) The user wants to connect two files with their relationship

Flow

1. The user searches for a file
2. The user selects the operation “Delete” on the desired tag

Alternative flow

- 1a) The user issues a DSL command
- 4b) The user cancels the operation

Postconditions

- a) The system removes the relationship between two entities

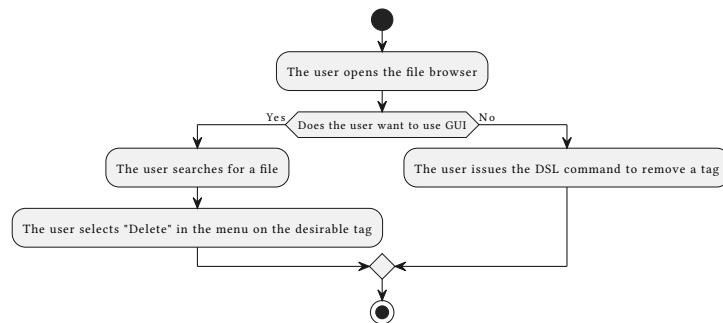


Figure 6: Remove a tag activity diagram

3.3.6 Complex DSL query construction

Preconditions

- The user has the application opened
- The file browser is connected to a Graphle server
- The user wants to perform a complex search using multiple criteria

Flow

1. The user opens the DSL command interface
2. The user starts constructing a query with filters they want to query for (more on that in user tutorial)
3. The user submits the command
4. The system validates the query syntax
5. The system executes the DSL query
6. The system returns the result of the command

Alternative flow

- 4a) If the query syntax is invalid, the system shows an error message and the user returns to step 2

Postconditions

- The user receives a list of objects matching all specified criteria

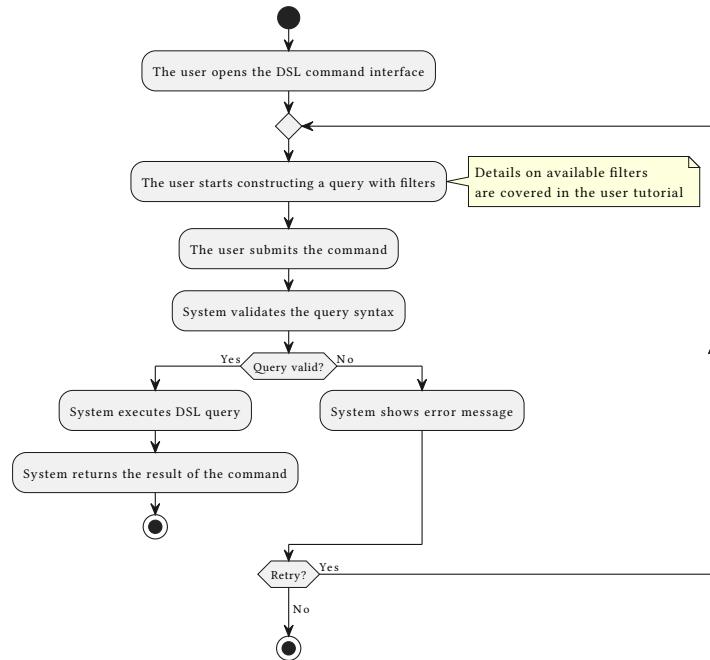


Figure 7: Complex DSL query construction activity diagram

3.3.7 Command auto-completion

Preconditions

- The user has the application opened
- The file browser is connected to a Graphle server
- The DSL command interface is active

Flow

1. The user opens the DSL command interface
2. The user starts typing a command
3. The system analyzes the current input prefix
4. The system queries the auto-completion service
5. The system generates suggestions
6. The system displays a list of suggestions to the user
7. The user selects a suggestion from the list or continues typing
8. If the user selects a suggestion, the system completes the command with the selected text
9. The user continues constructing the command or executes it

Postconditions

- The user has a valid or partially constructed DSL command
- The user saves time by not typing complete paths or commands manually

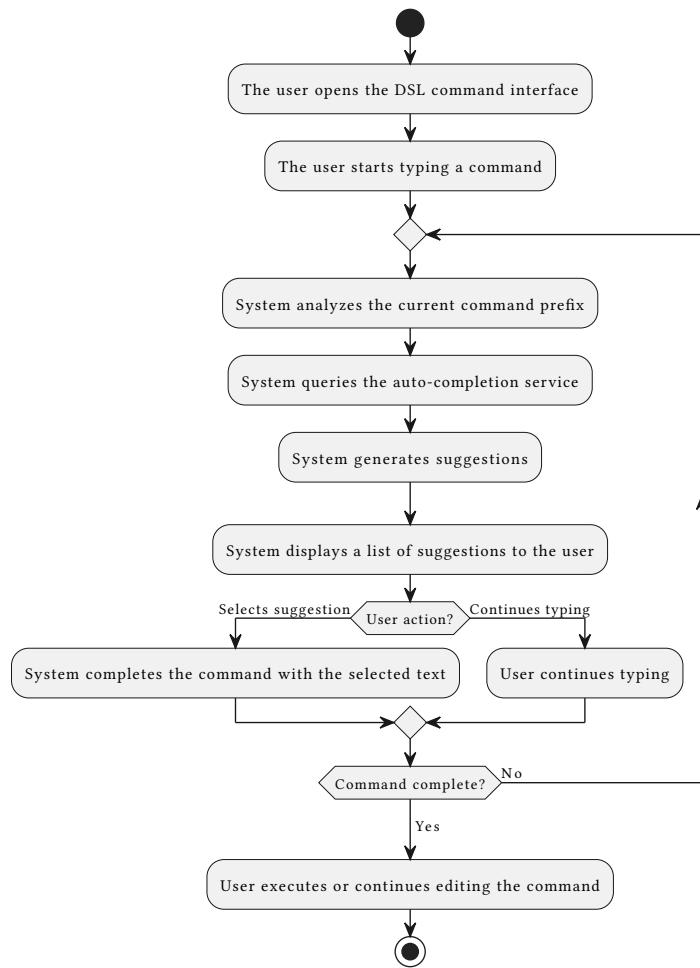


Figure 8: Command auto-completion activity diagram

Section 4

Design Documentation

4.1 Architecture

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

4.2 Used Technologies

4.2.1 Programming language

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

4.2.2 API

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

4.2.3 GUI

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat.

4.2.4 DSL

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

4.2.5 Relationships between files storage

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

4.2.6 Autocomplete

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

4.3 Mockups

4.3.1 Start Page mockup

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Section 5

Developer Documentation

5.1 Backend

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

5.2 Frontend

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

5.3 Sequence Diagrams

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

5.4 API Documentation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem.

5.5 Algorithms employed

5.5.1 Autocomplete

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

5.5.2 Garbage Collector

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

5.5.3 DSL

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

5.6 Discussion of implementation problems

5.6.1 GUI updates

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat.

5.6.2 Real-time autocomplete

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo,

cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat.

5.6.3 Transparent computing

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

5.6.4 Portability

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri.

5.6.5 User navigation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere.

5.6.6 Deployment

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo,

cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere.

5.7 Testing

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a.

Section 6

User Documentation

6.1 Hardware and Software Requirements

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat.

6.2 Installation and Deployment

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

6.3 User Interface

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

6.4 Tutorial

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et

infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguique possit, augeri amplificarique non possit. At.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequi doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguique possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos iridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

Section 7

Conclusion

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequo doleamus animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distingue possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos iridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et.

Bibliography

- [1] Katherine Haan, “America’s Password Habits: 46% Report Having their Password Stolen Over the Last Year.” [Online]. Available: <https://www.forbes.com/advisor/business/software/american-password-habits/>
- [2] Vinayak Baranwal, “ SSH Port Forwarding: Local, Remote, and Dynamic Explained .” [Online]. Available: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/ssh-port-forwarding>
- [3] “ SSH configuration | DBeaver Documentation .” [Online]. Available: <https://dbeaver.com/docs/dbeaver/SSH-Configuration/>

Appendix A

Vocabulary

Connection - An edge between entities in a database

Relationship - Logical connection between entities describing how they are conceptually related

Neighbor - Entities connected via a direct connection

Tag - Category of an entity

DSL - Domain specific language