

Code Assist und Navigation für IoT-Konfigurationen mit Language Server Protocol

Bachelor Thesis

Windisch, August 2025

Student	Gianni Parrillo
Experte	Schweizer Roman
Fachbetreuer	Prof. Dr. Dominik Gruntz Daniel Kröni
Auftraggeber	Fabrizio Parrillo, Colomba Link GmbH
Projektnummer	YXYX-S

Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Technik

Abstract

Die Colomba

Keywords:

tic, tac

Vorwort / Dank

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	vi
1 Einleitung	1
1.1 Monidas	1
1.2 Monidas Superuser IP5	1
1.3 Problemstellung	1
1.4 Fragestellung	1
1.5 Resultat	1
1.6 Systemübersicht	1
1.7 Systemübersicht	1
1.8 Leserführung	1
2 Datenmodell und Schema	2
2.1 Struktur	2
2.2 Constraints	2
2.3 Beispielmodell	2
2.4 Analyse des Schemas	2
3 Virtuelles Filesystem	3
3.1 Ziel und Überblick	3
3.2 Explorer-Baum	3
3.2.1 Problemstellung	3
3.2.2 Lösungsansätze	3
3.2.3 Umsetzung	3
3.3 Editor	3
3.3.1 Problemstellung	3
3.3.2 Lösungsansätze	3
3.3.3 Umsetzung	3
3.4 Validierung	4
3.5 Notifikationen	4
4 Kapitel That	5
4.1 Code-Beispiel	5

5	Schlussbemerkungen	6
	Eigenständigkeitserklärung	7
	Declaration of Authenticity	8
A	Ein Anhang	9
A.1	Aufgabenstellung im Originalwortlaut	9
A.2	Gesamtübersicht	9
A.3	Berechnungen / Resultate Umfrage	10
A.4	Tests – Screenshots	10

Abbildungsverzeichnis**Tabellenverzeichnis**

1 Einleitung

subsectionAusgangslage Kurze Einführung in die Plattform und Zielsetzung der Applikation.

1.1 Monidas

Beschreibung der Monidas-Plattform

1.2 Monidas Superuser IP5

Beschreibung der bestehenden Lösung aus dem IP5

1.3 Problemstellung

Beschreibung der Problemstellung

1.4 Fragestellung

1.5 Resultat

Übersicht über die umgesetzte Lösung

1.6 Systemübersicht

1.7 Systemübersicht

Graphdatenbank

- db.schema ...

Virtuelles Filesystem

- vfs-vscode-extension für VFS
- based-vfs

Language Server Protocol

- lsp-vscode-extension für LSP
- based-lsp

1.8 Leserführung

Was wird wo behandelt?

2 Datenmodell und Schema

2.1 Struktur

Dieses Kapitel beschreibt den Aufbau der Typenstruktur innerhalb des Schemas. Es werden insbesondere die Felddefinitionen, Referenzverknüpfungen sowie die innere Struktur einzelner Knoten erläutert.

2.2 Constraints

Zur Validierung und Strukturierung des Datenmodells werden unterschiedliche Constraints eingesetzt. Dazu zählen beispielsweise:

- **notNull** – zur Sicherstellung, dass bestimmte Felder zwingend ausgefüllt sind
- **existsIn** – zur Durchsetzung, dass referenzierte Objekte existieren müssen

Diese Constraints werden sowohl im virtuellen Dateisystem (VFS) zur Validierung beim Schreiben als auch im Language Server (LSP) für Vorschläge und automatische Vervollständigungen verwendet.

2.3 Beispielmodell

Für die nachfolgenden Kapitel wird ein einheitliches Beispielmodell verwendet. Es illustriert typische Strukturen und Referenzbeziehungen und dient als durchgängige Grundlage zur Veranschaulichung.

2.4 Analyse des Schemas

Zur Analyse des Schemas wird eine Traversierung über die Typstruktur durchgeführt. Dabei werden insbesondere folgende Aspekte betrachtet:

- Identifikation von Root-Typen (Wurzeln der Baumstruktur)
- Ableitung gültiger Referenzpfade auf Basis der Feldverknüpfungen
- Erkennung potenzieller Zyklen innerhalb des Schemas

Diese Analyse bildet die Basis für die Pfadgenerierung im virtuellen Dateisystem.

3 Virtuelles Filesystem

3.1 Ziel und Überblick

Dieses Kapitel beschreibt die Ziele, den Aufbau und die Funktionen des virtuellen Dateisystems (VFS), das zur Navigation und Bearbeitung von Instanzen innerhalb der graphbasierten Datenbank dient.

3.2 Explorer-Baum

Der Explorer-Baum stellt die logische Struktur der Instanzen hierarchisch dar. Basierend auf dem Schemamodell werden gültige Pfade generiert und zyklische Referenzen erkannt und behandelt. Ziel ist eine konsistente, intuitive Navigation vergleichbar mit einem klassischen Dateisystem.

3.2.1 Problemstellung

Die Herausforderung besteht darin, komplexe Referenzbeziehungen und potenzielle Zyklen so zu verarbeiten, dass eine eindeutige, strukturierte Baumansicht entsteht.

3.2.2 Lösungsansätze

Zur Lösung wird eine Tiefensuche mit Zykluserkennung eingesetzt. Dabei werden Root-Typen ermittelt und gültige Pfadsegmente anhand der 'UriTree'-Struktur berechnet.

3.2.3 Umsetzung

Die Baumstruktur wird dynamisch zur Laufzeit generiert. Zyklische Verweise werden durch Alias-Referenzen dargestellt, um Redundanzen und Endlosschleifen zu vermeiden.

3.3 Editor

Der Editor zeigt den Inhalt einer Instanz als strukturierte JSON-Datei an. Änderungen erfolgen direkt im Dateitext und werden über folgende Funktionen verarbeitet:

- **createDir** – Erzeugt eine neue Instanz inklusive Pfad und Meta-Informationen
- **writeFile** – Aktualisiert den Inhalt einer bestehenden Instanz

3.3.1 Problemstellung

Es muss sichergestellt werden, dass beim Erstellen oder Bearbeiten einer Datei sowohl die Pfadstruktur als auch die Inhaltsvalidität berücksichtigt werden.

3.3.2 Lösungsansätze

Zur Unterstützung der Benutzerinteraktion werden Templates generiert und dynamisch ergänzt, je nachdem, ob Constraints definiert sind oder nicht.

3.3.3 Umsetzung

Die Darstellung unterscheidet zwei Modi:

- **Ohne Constraints:** Freie Eingabe aller Felder ohne Validierungsvorgaben
- **Mit Constraints:** Automatisch erzeugte Eingabehilfen und Validierungsvorgaben basierend auf dem Schemamodell

3.4 Validierung

Die Validierung erfolgt durch eine Kombination aus statischer Zod-Validierung und der Prüfung schemabedingter Constraints. Dabei wird sichergestellt, dass alle Pflichtfelder gesetzt und alle referenzierten Objekte gültig sind.

3.5 Notifikationen

Benutzer erhalten Rückmeldung über Systemaktionen sowohl im Explorer als auch im Editor. Beispiele:

- **Explorer:** Rückmeldungen bei Erstellen und Löschen von Instanzen
- **Editor:** Hinweise bei Validierungsergebnissen oder beim Speichern von Änderungen

5 Schlussbemerkungen

Donec molestie, magna ut luctus ultrices, tellus arcu nonummy velit, sit amet pulvinar elit justo et mauris. In pede. Maecenas euismod elit eu erat. Aliquam augue wisi, facilisis congue, suscipit in, adipiscing et, ante. In justo. Cras lobortis neque ac ipsum. Nunc fermentum massa at ante. Donec orci tortor, egestas sit amet, ultrices eget, venenatis eget, mi. Maecenas vehicula leo semper est. Mauris vel metus. Aliquam erat volutpat. In rhoncus sapien ac tellus. Pellentesque ligula.

Eigenständigkeitserklärung

Ich (wir) erkläre(n) hiermit, dass ich (wir) den vorliegenden Leistungsnachweis selber und selbstständig verfasst habe(n),

- dass ich (wir) sämtliche nicht von mir (uns) selber stammenden Textstellen und anderen Quellen wie Bilder etc. gemäss gängigen wissenschaftlichen Zitierregeln¹ korrekt zitiert und die verwendeten Quellen klar sichtbar ausgewiesen habe(n);
- dass ich (wir) in einer Fussnote oder einem Hilfsmittelverzeichnis alle verwendeten Hilfsmittel (KI-Assistenzsysteme wie Chatbots², Übersetzungs-³ Paraphrasier-⁴ oder Programmierapplikationen⁵) deklariert und ihre Verwendung bei den entsprechenden Textstellen angegeben habe(n);
- dass ich (wir) sämtliche immateriellen Rechte an von mir (uns) allfällig verwendeten Materialien wie Bilder oder Grafiken erworben habe(n) oder dass diese Materialien von mir (uns) selbst erstellt wurde(n);
- dass das Thema, die Arbeit oder Teile davon nicht bei einem Leistungsnachweis eines anderen Moduls verwendet wurden, sofern dies nicht ausdrücklich mit der Dozentin oder dem Dozenten im Voraus vereinbart wurde und in der Arbeit ausgewiesen wird;
- dass ich mir (wir uns) bewusst bin (sind), dass meine (unsere) Arbeit auf Plagiate und auf Drittauthorschaft menschlichen oder technischen Ursprungs (Künstliche Intelligenz) überprüft werden kann;
- dass ich mir (wir uns) bewusst bin (sind), dass die Hochschule für Technik FHNW einen Verstoß gegen diese Eigenständigkeitserklärung bzw. die ihr zugrundeliegenden Studierendendenpflichten der Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule für Technik verfolgt und dass daraus disziplinarische Folgen (Verweis oder Ausschluss aus dem Studiengang) resultieren können.

Windisch, tt. Monat 20jj

Name: Pia Musterfrau

Unterschrift:

Name: Michael Mustermann

Unterschrift:

¹z.B. APA oder IEEE

²z.B. ChatGPT

³z.B. Deepl

⁴z.B. Quillbot

⁵z.B. Github Copilot

Declaration of Authenticity

I hereby declare that any individual work / pair work / team work submitted for assessment is entirely the product of my own / my own and my partner's / my own and my team's effort,

- that I/we have correctly cited all text passages that do not originate from me/us, in accordance with standard academic citation rules⁶, and that I/we have clearly mentioned all sources used;
- that I/we have declared in footnotes or in an index of auxiliary tools all aids used (AI assistance systems such as chatbots⁷, translation⁸, paraphrasing⁹, or programming applications¹⁰, and indicated their use at the corresponding text passages;
- that I/we have acquired all intangible rights to any materials I/we may have used, such as images or graphics, or that these materials were created by me/us;
- that the topic, the thesis or parts of it have not been used in an assessment of another module, unless this has been expressly agreed with the lecturer in advance and is stated as such;
- that I/we am/are aware that my/our work may be checked for plagiarism and for third-party authorship of human or technical origin (artificial intelligence);
- that I/we am/are aware that the FHNW School of Engineering will pursue a violation of this declaration of authenticity and that disciplinary consequences (reprimand or expulsion from the study program) may result from this.

Windisch, tt. Monat 20jj

Name: Pia Musterfrau

Signature:

Name: Michael Mustermann

Signature:

⁶e.g. APA oder IEEE

⁷e.g., ChatGPT

⁸e.g., DeepL

⁹e.g., Quillbot

¹⁰e.g., Github Copilot

A Ein Anhang

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.

Fusce tristique risus id wisi. Integer molestie massa id sem. Vestibulum vel dolor. Pellentesque vel urna vel risus ultricies elementum. Quisque sapien urna, blandit nec, iaculis ac, viverra in, odio. In hac habitasse platea dictumst. Morbi neque lacus, convallis vitae, commodo ac, fermentum eu, velit. Sed in orci. In fringilla turpis non arcu. Donec in ante. Phasellus tempor feugiat velit. Aenean varius massa non turpis. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae;

Aliquam tortor. Morbi ipsum massa, imperdiet non, consectetur vel, feugiat vel, lorem. Quisque eget lorem nec elit malesuada vestibulum. Quisque sollicitudin ipsum vel sem. Nulla enim. Proin nonummy felis vitae felis. Nullam pellentesque. Duis rutrum feugiat felis. Mauris vel pede sed libero tincidunt mollis. Phasellus sed urna rhoncus diam euismod bibendum. Phasellus sed nisl. Integer condimentum justo id orci iaculis varius. Quisque et lacus. Phasellus elementum, justo at dignissim auctor, wisi odio lobortis arcu, sed sollicitudin felis felis eu neque. Praesent at lacus.

Vivamus sit amet pede. Duis interdum, nunc eget rutrum dignissim, nisl diam luctus leo, et tincidunt velit nisl id tellus. In lorem tellus, aliquet vitae, porta in, aliquet sed, lectus. Phasellus sodales. Ut varius scelerisque erat. In vel nibh eu eros imperdiet rutrum. Donec ac odio nec neque vulputate suscipit. Nam nec magna. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nullam porta, odio et sagittis iaculis, wisi neque fringilla sapien, vel commodo lorem lorem id elit. Ut sem lectus, scelerisque eget, placerat et, tincidunt scelerisque, ligula. Pellentesque non orci.

A.1 Aufgabenstellung im Originalwortlaut

Nullam eleifend justo in nisl. In hac habitasse platea dictumst. Morbi nonummy. Aliquam ut felis. In velit leo, dictum vitae, posuere id, vulputate nec, ante. Maecenas vitae pede nec dui dignissim suscipit. Morbi magna. Vestibulum id purus eget velit laoreet laoreet. Praesent sed leo vel nibh convallis blandit. Ut rutrum. Donec nibh. Donec interdum. Fusce sed pede sit amet elit rhoncus ultrices. Nullam at enim vitae pede vehicula iaculis.

A.2 Gesamtübersicht

Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Aenean nonummy turpis id odio. Integer euismod imperdiet turpis. Ut nec leo nec diam imperdiet lacinia. Etiam eget lacus eget mi ultricies posuere. In placerat tristique tortor. Sed porta vestibulum metus. Nulla iaculis sollicitudin pede. Fusce luctus tellus in dolor. Curabitur auctor velit a sem. Morbi sapien. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Donec adipiscing urna vehicula nunc. Sed ornare leo in leo. In rhoncus leo ut dui. Aenean dolor quam, volutpat nec, fringilla id, consectetur vel, pede.

A.3 Berechnungen / Resultate Umfrage

Nulla malesuada risus ut urna. Aenean pretium velit sit amet metus. Duis iaculis. In hac habitasse platea dictumst. Nullam molestie turpis eget nisl. Duis a massa id pede dapibus ultricies. Sed eu leo. In at mauris sit amet tortor bibendum varius. Phasellus justo risus, posuere in, sagittis ac, varius vel, tortor. Quisque id enim. Phasellus consequat, libero pretium nonummy fringilla, tortor lacus vestibulum nunc, ut rhoncus ligula neque id justo. Nullam accumsan euismod nunc. Proin vitae ipsum ac metus dictum tempus. Nam ut wisi. Quisque tortor felis, interdum ac, sodales a, semper a, sem. Curabitur in velit sit amet dui tristique sodales. Vivamus mauris pede, lacinia eget, pellentesque quis, scelerisque eu, est. Aliquam risus. Quisque bibendum pede eu dolor.

A.4 Tests – Screenshots

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.