LSP Dungeon

Ziel dieser Ausarbeitung ist die Umsetzung einer Erweiterung für VS-Code. Die Erweiterung soll bei der Entwicklung der Dungeon DSL helfen. Hierfür werden Code-Highlighting, Fehlermeldungen und Completions umgesetzt, die für eine angenehmere Implementierung sorgen. Im Verlauf der Dokumentation wird erläutert, welche Schritte durchlaufen wurden, um die drei geforderten Funktionalitäten zu realisieren.

Dungeon DSL

Grundsätzlich ist die Dungeon DSL eine Domain Specific Language (DSL), die es ermöglicht, interaktive Lernszenarien in Form eines RPG-Games zu erstellen. Diese Lernszenarien können mit Hilfe der DSL "programmiert" werden, indem verschiedene Aufgabentypen (Tasks) in Abhängigkeit zueinander gebracht werden. Anhand der Aufgaben und ihren Abhängigkeiten werden automatisch Level generiert, in welchen der Spieler durch verschiedene Interaktionen Aufgaben lösen muss. Dateien, die Dungeon DSL Code beinhalten, haben die Endung ***.dng***.

Die Dungeon DSL-Dateien bauen sich in der Regel aus den immer gleichen Bestandteilen auf, die definiert werden. Diese Bestandteile sind für die Erstellung der Erweiterung von großer Relevanz.

1. **Aufgabendefinitionen und Abhängigkeiten der Aufgaben** Auf Grundlage der verschiedenen bereitgestellten Aufgabentypen werden Aufgaben definiert, die mithilfe eines *dependency_graph* in Abhängigkeit zueinander gesetzt werden.

2. **Definition von Entitäten und Items** Es besteht die Möglichkeit Entitäten oder Items zu definieren. Diesen können verschiedenen Components zugewiesen werden, die die Eigenschaften bestimmen. Mit den Entitäten und Items kann an anderer Stelle auf bestimmte Ereignisse reagiert werden und verschiedene Aktionen durchgeführt werden. Üblicherweise werden Entitäten oder Items in den Event-Handlern oder Szenario-Buildern instanziiert und verwendet.

3. **Definition Event-Handlern und Szenario-Buildern** Event-Handler und Szenario-Builder werden mithilfe von Funktionen umgesetzt und dienen dazu die Level genauer zu beschreiben und auf bestimmte Ereignisse zu reagieren.

Die vorgestellten Bestandteile sind für die Entwicklung der Erweiterung von großer Relevanz. Die Bezeichner für die verschiedenen Tasks, Entitäten, Graphen, Items oder Funktionen sollen sowohl im Syntaxhighlighting beachtet werden, als auch innerhalb der Completions vorhanden sein. Hinzu kommen klassische Kontrollstrukturen und weitere Bestandteile der DSL wie z.B. Variablen-Definitionen und Deklarationen, die auch beachtet werden müssen. Auch für die Fehlerdiagnose ist der Aufbau der genannten Bestandteile relevant um beispielsweise zu prüfen, ob Tasks korrekt definiert wurden.

Grundlagen

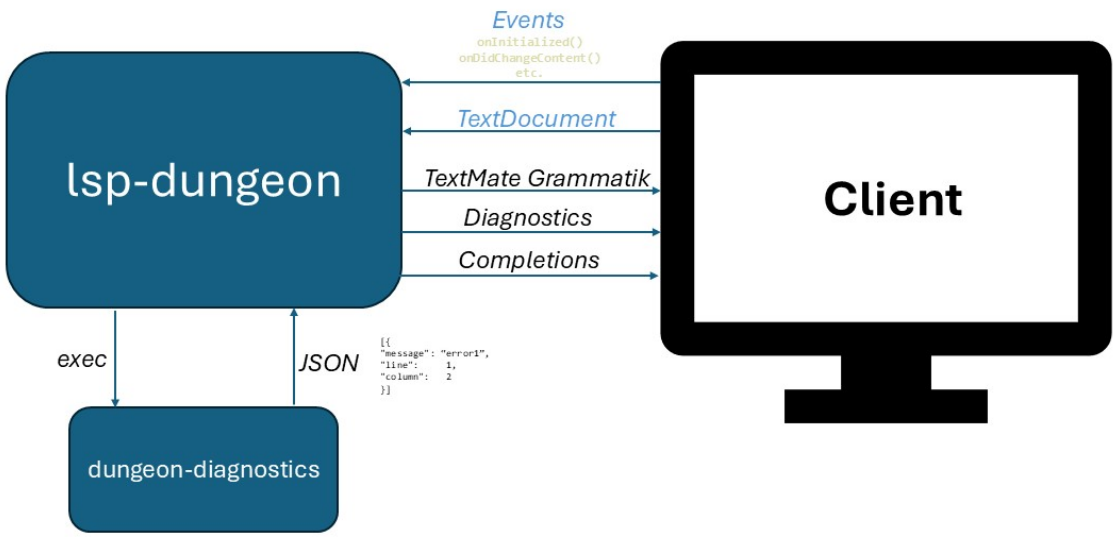
Als Grundgerüst für die Umsetzung des LSP Servers wurde das Projekt lsp-sample von Microsoft verwendet und an die Dungeon-Programmiersprache angepasst. Dieses Projekt ist eine beispielhafte Umsetzung, welche die Grundfunktionen der Bibliothek vscode-languageserver-node implementiert hat. Wie der Aufbau eines LSP-Servers aussieht wird im Kapitel LSP Server erläutert. Im Gegensatz zur Fehleranalyse und den Completions wird für das Code-Highlighting kein LSP Server benötigt, sondern wird mithilfe einer TextMate-

Grammatik definiert. TextMate Grammatiken werden in der Regel in JSON-Dokumenten beschrieben und definieren Regeln und Muster zum Einfärben bestimmter Strukturen im gegebenen Quellcode. Hierfür wurde sich am Syntax Highlight Guide orientiert. Das Code-Highlighting wird dem LSP-Projekt (syntax-highlighting) hinzugefügt und ist in der Extension mit inbegriffen. Somit ergeben sich in der Gesamtheit eine Extension und zwei Unterprojekte:

1. **lsp-dungeon** Implementiert die LSP-Server Extension unter Verwendung der Dungeon-Diagnostics.jar für die Fehlernalyse. Außerdem werden die TextMate-Grammatik und weitere Konfigurationen für das Syntax-Highlighting bereitgestellt. Completions werden direkt über den Server ermittelt und benötigen keine externe Schnittstelle.
2. **dungeon-diagnostics** Java-Projekt, das mithilfe von ANTLR genauere Syntax und Semantik-Analysen auf dem Dungeon-Code durchführen kann. Liefert als Output die vom **lsp-dungeon** Projekt verwendete Dungeon-Diagnostics.jar, die zur Ermittlung der Fehlermeldungen dient.

Architektur

Wie die einzelnen Unterprojekte miteinander und mit dem Client interagieren, wird in der folgenden Abbildung verdeutlicht:



Wie zu sehen ist, stellt das Projekt *lsp-dungeon* dem Client alle nötigen Informationen zur Verfügung. Syntax-Highlighting und Completions werden direkt im Server ermittelt / definiert und Diagnostics über die *Dungeon-Diagnostics.jar* generiert, welche aus dem Unterprojekt *dungeon-diagnostics* erzeugt wurde. Die Outputs des Servers (Diagnostics, TextMate und Completions) werden anhand bestimmter Events ausgelöst und verarbeiten den Inhalt des im Client bearbeiteten TextDocuments. Im Gegensatz zu Diagnostics und Completions, die vom Server konkret zurückgegeben werden, wird die TextMate Grammatik zum Syntax-Highlighting vom Client direkt verwendet.

Ziele

Das Hauptziel des Projekts ist die Bereitstellung von einer oder mehreren funktionierenden Erweiterungen für die Dungeon DSL. Das Projekt soll zukünftig gut erweiterbar sein, da hinzukommende Anforderungen an

beispielsweise weitere semantische Analysen oder neue Completion-Komponenten gut umsetzbar sein sollen. Die Installation der Erweiterungen wird für die IDE Visual Studio Code bereitgestellt und im Kapitel Installationen genauer erläutert.

Mit Blick auf das **Syntax-Highlighting**, welche die am wenigsten umfangreiche Erweiterung ist, soll ein vollständiges Syntax-Highlighting umgesetzt werden, das alle relevanten Code-Bestandteile der DSL abdeckt und nicht zusätzlich erweitert werden muss. Sollten sich Bezeichnungen innerhalb der DSL ändern oder neue hinzukommen, kann die TextMate Grammatik (*syntaxes/dng.tmLanguage.json*) an den jeweiligen Stellen erweitert und angepasst werden.

Für die Fehleranalyse und Visualisierung der Fehler soll ein Gerüst bereitgestellt werden, welches Syntaxfehler finden und im Code markieren kann. Da der Bereich der Fehleranalyse von Programmiersprachen speziell im Semantik-Bereich sehr umfangreich umgesetzt werden kann, ist das Hauptziel eine erweiterbare Architektur bereitzustellen, welche es ermöglicht weitere Fehleranalysen nachträglich hinzuzufügen. Hierfür soll eine geeignete Schnittstelle bereitgestellt werden, mit welcher gefundene Fehler im passenden Format an den LSP-Server übergeben werden können. Für eine detailliertere Syntaxanalyse wird die vorhandene ANTLR-Grammatik teilweise erweitert. Hierfür werden die in der DSL oft verwendeten Datenstrukturen (Tasks, Graph, Dungeon_Config, etc.) detaillierter von der Grammatik beschrieben, um beispielsweise zu prüfen, ob bei der Initialisierung angegebene Feldnamen und die dazugehörigen Datentypen korrekt sind.

Bezogen auf die Completions für die DSL, sollen abhängig vom gegebenen Kontext passende Vorschläge vom Editor gegeben werden. Hierbei werden sowohl die grundlegenden Bestandteile der DSL wie die unterschiedlichen Datenstrukturen (Tasks, Entities, etc.), als auch vergebene Namen der initalisierten Objekte und zugewiesenen Variablen vorgeschlagen. Außerdem sollen Snippets für die grundlegenden Datenstrukturen und Kontrollflussstrukturen erstellt werden können. Durch Snippets können komplette Datenstrukturen erstellt werden.

LSP Server

Das LSP Protokoll ist ein vielverbreiteter und beliebter Ansatz für die Entwicklung von Spracherweiterungen von Programmiersprachen. Dazu gehören abgesehen von den hier umgesetzten Erweiterungen (Diagnostics, Completions) auch Dinge wie Zusatzinformationen beim Hovern über bestimmte Code-Elemente, Formattierung oder die Möglichkeit zu der Definition von z.B. Funktionen oder Objekten zu springen.

Die Abbildung stellt dar, aus welchem Grund LSP ein beliebter Ansatz ist Erweiterung für Sprachen zu erstellen. LSP vereinheitlicht die Entwicklung von Erweiterung für verschiedene Sprachen und kann von verschiedenen IDEs verwendet werden. Ohne den einheitlichen Standard müsste jede IDE für jede Sprache eine eigene Extension bereitstellen. Dementsprechend kann ein einzelner Editor eine gute Unterstützung für viele verschiedene Sprachen bereitstellen. Des weiteren verfolgt LSP einen konsistenten Ablauf, was die Kommunikation zwischen dem Server und dem Client (IDE) angeht.

Umsetzung LSP Server

Wie bereits erwähnt wurde als Grundlage für den LSP Server das Projekt *lsp-sample* genutzt, welches die folgende Grundstruktur aufweist:

```
.
├── client // Language Client
│   ├── src
│   │   ├── test // End to End tests for Language Client / Server
│   │   └── extension.ts // Language Client entry point
├── package.json // The extension manifest
└── server // Language Server
    └── src
        └── server.ts // Language Server entry point

Quelle: https://code.visualstudio.com/api/language-extensions/language-server-
extension-guide
```

Der relevanteste Ordner für die Umsetzung ist der Server, da *server.ts* die Datei ist, in welcher die Logik für die Fehleranalyse und die Completions implementiert wird.

Die relevantesten Stellen der *server.ts* werden im folgenden kurz vorgestellt:

1. **Imports** Zu Beginn werden die relevanten Bibliotheken importiert, die die wichtigsten Klassen und Funktionen für den LSP Server bereit stellen. Hierbei sind die wichtigsten importierten Module *vscode-languageserver/node* und *vscode-languageserver-textdocument*.

Die Bibliothek *vscode-languageserver/node* stellt alle relevanten Klassen und Funktionen für den LSP Server an sich bereit, die im Nachgang noch genauer erläutert werden. Dazu gehören unter anderem *createConnection*, *Diagnostic* und *CompletionItem*. Mit *createConnection* wird eine Connection zum Client hergestellt. Auf dieser Connection wartet der Server auf die Events *onInitialize*, *onDidChangeContent* oder *onCompletion* und reagiert in der implementierten Art und Weise. *Diagnostic* ist die Klasse die verwendet wird, um gefundene Fehler oder Warnings zu verpacken und an den Client weiterzugeben. Das selbe gilt für *CompletionItem*, welches die Datenstruktur für die möglichen Completions ist, die an den Client gegegeben werden.

Die andere Bibliothek *vscode-languageserver-textdocument* bietet die Funktionalitäten zur Arbeit mit dem Text-Dokument, auf welches die Fehleranalyse und die Completions angewendet werden sollen. Dazu gehört den kompletten Text-Inhalt des gegebenen Dokumentes zu verwalten, die aktuelle Position des Cursors des Users im Dokument zu bekommen und den Text-Inhalt mithilfe von z.B. Regex genauer zu analysieren.

Fehleranalyse

Für die Fehleranalyse wird ANTLR benötigt um Textdokumente mit der definierten Grammatik zu parsen. Für diesen Ansatz wurde sich entschieden, da bereits eine Grammatik zur Verfügung steht, die verwendet werden kann um die Syntax der Dungeon DSL zu prüfen. Für eine detailliertere semantische Analyse könnte ein Visitor geschrieben werden, welcher Probleme wie bereits deklarierte Variablen oder Typprüfung bei Zuweisungen analysiert. Die Umsetzung eines solchen Visitors ist aufgrund des Aufbaus der gegebenen Grammatik vergleichsweise komplex, weswegen ein möglicher Ansatz die Definition einer neuen Grammatik für die selbe DSL wäre. Diese Grammatik könnte so formuliert werden, dass nur die für die semantische Analyse relevanten Teile betrachtet werden. Ein potenzieller Ansatz hierfür ist das tolerant parsing, welches uninteressante Teile mit einem ANY-Token matcht und relevante Teile mit üblichen Regeln die genauer untersucht werden können. Ein kleines Beispiel für bereits deklarierte Typen wurde mit der *SemanticAnalysis*-Grammatik und dem *DungeonSemanticVisitor* umgesetzt im *dungeon-diagnostics*-Projekt. Alternativ zu ANTLR könnte der Textinhalt mithilfe von Regexen analysiert werden. Dieser Ansatz erwies sich jedoch mit Blick auf komplexere oder verschachtelte Code-Strukturen, die in der Dungeon DSL vorkommen können als ungeeignet.

Im Gegensatz zum LSP-Server, welcher als Node-Projekt umgesetzt wurde, wurde das Projekt für den Parser/Interpreter als Java-Projekt aufgesetzt. Dementsprechend wird eine Schnittstelle zwischen dem Node- und dem Java-Projekt benötigt, da die Projekte unabhängig voneinander implementiert sind. Da der Parser/Interpreter lediglich die Aufgabe hat alle Fehlermeldungen aus einem Textdokument zurückzugeben wurde sich dafür entschieden, das Java-Projekt als ausführbare JAR in das Node-Projekt einzubinden. Im Node-Projekt liegt dementsprechend nur die fertige JAR und der Nutzer hat keinen Einblick in die Funktionalität der JAR, da diese aus einem separaten Unterprojekt gebaut wurde. Dieses Unterprojekt trägt den Namen *dungeon-diagnostics* und liegt ebenfalls im übergeordneten Dungeon-Ordner.

Dungeon-Diagnostics

Das Unterprojekt *dungeon-diagnostics* ist ein Java-Projekt, welches als Argument einen Dokumentpfad entgegen nimmt, das dazugehörige Dokument parsed und mit einem Visitor weitere Analysen durchführt. Die gefundenen Probleme werden gesammelt und im JSON-Format zurückgegeben. Das Projekt ist wie folgt aufgebaut:

```
Dungeon-Diagnostics/
│
├── out/                                # Outputdateien
│   ├── artifacts/
│       └── Dungeon_Diagnostics_jar
│           └── Dungeon-Diagnostics.jar
│
├── src/                                # Quellcode
│   ├── Main.class
│   ├── ErrorInfo.class
│   ├── CustomErrorListener.class
│   └── DiagnosticsVisitor.class
│
└── DungeonDiagnostics.g4               # Grammatik
```

In der Ordnerstruktur wurden einige Dateien ausgelassen, welche zusätzlich zu den aufgeführten Dateien vorhanden sind. Dabei handelt es sich um die von ANTLR generierten Dateien wie den Lexer und den Parser, welche nicht händisch angepasst werden. Der Grundstein des Projekts ist die Grammatik

DungeonDiagnostics.g4. Anhand dieser Grammatik, werden alle relevanten Dokumente generiert, die für die weitere Analyse relevant sind (Lexer, Parser, Visitor, etc.). Der generierte Parser und Lexer werden wie bereits erwähnt nur generiert und nicht angepasst. Der Visitor hingegen bietet die Möglichkeit mit dem gewünschten Verhalten implementiert zu werden. Hierdurch bietet sich die Möglichkeit weitere semantische Analysen durchzuführen.

Für eine detailliertere Analyse der oft verwendeten Strukturen (tasks, graphs und entities) wurden diese in der Grammatik als einzelne Regeln hinzugefügt und beschrieben, welche Felder Teil dieser Strukturen sind. Auf diese Weise kann beim Parsen geprüft werden, ob z.B. *description* ein Feld von *single_choice_task* ist und ob der zugewiesene Datentyp passt.

Mithilfe der Grammatik lässt sich nun überprüfen, ob ein Dokument geparsed werden kann und wo Syntax-Fehler auftreten. Mit ANTLR können für die Grammatik Lexer, Parser und Visitor erstellt werden. Diese werden in der Main.class verwendet, um einen CharStream erst mit dem Lexer in Token umzuwandeln und danach mit dem Parser zu parsen. Der Inhalt des CharStreams ist der Inhalt des zu analysierenden Dokuments. Zum Laden des Dokuments muss beim Aufruf des Programms ein Kommandozeilenargument mit dem Pfad zum zu analysierenden Dokument übergeben werden. Der Default-Errorlistener wurde mit einem CustomErrorlistener überschrieben, welcher alle Errors in einer Liste speichert und diese zurückgeben kann. Um den Output im LSP Server verarbeiten zu können, werden die zurückgegeben Fehler in das folgende JSON-Format gebracht:

```
[{
"message": string,
"line": int,
"column": int
}]
```

Das generierte JSON mit allen gefundenen Fehlern, wird über den stdout als Schnittstelle zurückgegeben und kann auf diese Weise vom LSP-Server verwendet werden.

Verarbeitung der ermittelten Fehler

Zum aufrufen der JAR, welche die Fehleranalyse auf dem Dokument durchführt, wird die Funktion *exec* aus dem *child_process*-Modul verwendet um ein Shell-Kommando durchführen zu können. Außerdem wird *promisify* aus dem *utils*-Modul genutzt um die exec-Funktion wie einen Promise zu verwenden und asynchron aufrufen zu können.

Das Ziel ist es das Dokument, welches sich beim Client aktuell in Bearbeitung befindet bei jeder Änderung zu analysieren. Dementsprechend wird bei jedem *onDidChangeContent*- und *onDidSave*-Event die Funktion *validateTextDocument* aufgerufen, die dafür verantwortlich ist, das übergebene TextDocument zu analysieren und alle auftretenden Diagnostics zurückzugeben. Hierfür wird der Pfad des übergebenen Dokuments extrahiert und beim Aufruf des Shell-Kommandos als Übergabe-Parameter übergeben. Außerdem wird der Pfad der Dungeon-Diagnostics.jar übergeben und das Shell-Kommando wie folgt ausgeführt.

```
const { stdout, stderr } = await execPromise('java -jar ${javaJarPath} ${filePath}');
```

Nach der Ausführung des Shell-Kommandos wird überprüft, ob es Fehler gab oder, ob der stdout mit sinnvollem Inhalt gefüllt wurde. Ist dies der Fall und im stdout finden sich Fehler im passenden JSON-Format, werden diese in das Format der *Diagnostic*-Klasse übertragen und zurückgegeben. Hierfür wird der stdout

mithilfe von JSON.parse in ein output-Objekt gespeichert, welches dem Aufbau des übergebenen JSON-Inhalts entspricht. Dementsprechend kann nun mit dem folgenden Code jeder Error in die Liste der gefundenen Fehler übertragen werden:

```
output.errors.forEach((err: any) => {
                    diagnostics.push({
                        severity: DiagnosticSeverity.Error,
                        range: {
                            start: { line: err.line, character: err.column },
                            end: { line: err.line, character: err.column }
                        },
                        message: err.message,
                        source: 'ex'
                    });
                    console.error(`Fehler: ${err.message}, Zeile: ${err.line},
Spalte: ${err.column}`);
                });
```

Über severity wird angegeben, um was für eine Art von Diagnostic es sich handelt. In diesem Fall wurde nur nach Errors und nicht nach Warnings gesucht, weswegen alle Diagnostics die severity vom Typ *DiagnosticSeverity.Error* bekommen. Durch range wird festgelegt an welcher Stelle der Fehler aufgetreten ist. Außerdem wird die zugehörige Error-Message festgelegt. Nun existiert eine komplette Liste von Diagnostics, die alle relevanten Informationen für den Client beinhalten, um die Fehler inklusive Fehlermeldung im Dokument zu markieren.

Code-Completions

Für die Code-Completions wird im Gegensatz zur Fehleranalyse keine Analyse des Codes mit ANTLR durchgeführt, sondern ein Regex-Ansatz verfolgt. Dieser Ansatz kann dementsprechend komplett innerhalb des Servers umgesetzt werden und benötigt keinen Schnittstellenaufruf. Für "intelligentere" Completion-Vorschläge, könnte in Zukunft eine genauere Analyse des Codes mithilfe eines Visitors durchgeführt werden.

Für den verwendeten Regex-Ansatz ist das Ziel, dass je nachdem in was für einem Kontext sich der User im Dokument des Clients befindet, passende Vorschläge gegeben werden. Hierfür wird auf verschiedene Completion-Kontexte geprüft, welche unterschiedliche Completion-Items ausgeben.

Completion-Kontexte

- **Bezeichner** Für diesen Kontext wird geprüft, ob das vom Kontext erwartete nächste Token ein Bezeichner ist. Dementsprechend wird geschaut, ob das Wort welches sich vor der Cursor-Position befindet ein Schlüsselwort wie z.B. var oder single_choice_task ist. In diesem Fall sollen keine Vorschläge gegeben werden, da der Bezeichner individuell bestimmt werden muss.
- **Zeilenanfang** An Zeilenanfängen sollen Schlüsselworter vorgeschlagen werden.
- **Typdefinition** Nach ':', '(' oder ',' sollen primitive Datentypen wie *string*, *int* und *boolean* angezeigt werden.
- **Zuweisung** Nach '=' sollen bereits deklarierte Variablen oder Objekte vorgeschlagen werden. Außerdem sollen definierte Funktionen und Dungeon DSL Standard-Funktionen wie 'instantiate()' vorgeschlagen werden.

- **Objektinitialisierung** Wenn ein Objekt initialisiert wird, sollen an den Zeilanfängen zwischen den geschweiften Klammern die Felder der dazugehörigen Klasse angezeigt werden.
- **Punktnotationen** Wenn ein '.' nach dem Bezeichner eines initialisierten Objekts eingegeben wird, sollen alle möglichen Felder des dazugehörigen Objekt-Typen zurückgegeben werden.

Für bestimmte Completion-Kontexte wie z.B. bei den Zuweisungen, werden Hilfsfunktionen oder weitere Ressourcen wie die Map *declaredVariables* benötigt. Diese wird bei jeder Änderung des Dokuments neu befüllt und durchsucht das Dokument nach deklarierten Variablen oder initialisierten Objekten und speichert diese in der Form <identifier, type>.

Snippets

Mit Snippets können komplette Code-Strukturen erstellt werden. Außerdem kann der User mit 'Tab' durch die anzupassenden Stellen der Snippets springen und diese direkt definieren. Auf diese Weise können z.B. schnell Tasks erzeugt und definiert werden. Diese Felder können über *${index:description}* in den Snippet-Strings eingefügt werden. Snippets werden unabhängig vom Kontext angezeigt und sind an ein label gebunden, welches bestimmt, bei welchen Zeichenfolgen das Snippet vorgeschlagen wird.

Syntax-Highlighting

Für das Syntax-Highlighting der Dungeon DSL wurde eine TextMate-Grammatik zusammen mit einer Konfigurationsdatei verwendet, die die Grundlage für die farbliche Hervorhebung verschiedener Sprachbestandteile und die Code-Editor-Funktionalität legt. Für die Verwendung in der Extension musste die package.json unter dem Punkt *contributes* um die Struktur *languages* erweitert werden. Diese gibt unter anderem an, bei welchen Datei-Endungen das Highlighting angewendet wird und wo die TextMate-Grammatik und die Konfiguration im Projekt liegen.

TextMate-Grammatik (dng.tmLanguage.json)

Die TextMate-Grammatik definiert verschiedene Muster (Patterns) zur Erkennung von Schlüsselwörtern, Operatoren, Zahlen, Zeichenketten, Kommentaren und Variablen. Anhand dieser Muster werden dazu passende Teile des Codes in verschiedenen Farben und Stilen dargestellt. **scopeName**: "source.dng" gibt den Geltungsbereich der DSL an. Dieser wird verwendet, um das Syntax-Highlighting auf Dateien mit der Endung .dng anzuwenden. **patterns**: Eine Liste von Regeln zur Erkennung von spezifischen Sprachmerkmalen. Ein Pattern besteht in der Regel aus *name* und *match*.

- **Keywords**: Die Regel *keyword.control.dng* verwendet einen regulären Ausdruck, um Schlüsselwörter wie fn, for, while usw. zu erkennen und als Kontrollstrukturen zu markieren.
- **Operatoren**: Mit *keyword.operator.dng* werden Operatoren wie ->, =, !=, == usw. hervorgehoben.
- **Zahlen**: *constant.numeric.dng* hebt numerische Werte hervor. Sowohl ganze Zahlen als auch Dezimalzahlen werdem hervorgehoben.
- **Zeichenketten**: Es gibt separate Muster für einfache (string.quoted.single.dng) und doppelte (string.quoted.double.dng) Anführungszeichen. Innerhalb der Zeichenketten werden Escape-Sequenzen (\\.) zusätzlich erkannt und als constant.character.escape.dng hervorgehoben.
- **Kommentare**: Einzeilige Kommentare (comment.line.double-slash.dng mit //) werden hervorgehoben.
- **Variablen**: Mit *variable.other.dng* werden Variablen erkannt, die einem typischen Bezeichner-Muster folgen (\b[_a-zA-Z][_a-zA-Z0-9]*\b).

Language Configuration (language-configuration.json)

Diese Datei definiert ergänzende Informationen für die Bearbeitungsfunktionen im Editor:

- **Kommentare**: Die Dungeon DSL unterstützt einzeilige Kommentare(//). Diese werden hier für die automatische Formatierung und Kommentierung definiert.
- **Klammerpaare**: Die Liste unter "brackets" gibt die gültigen Klammerpaare an, die in der DSL verwendet werden, wie {}, [] und ().
- **Automatisches Schließen von Zeichen**: "autoClosingPairs" gibt an, welche Zeichenpaare automatisch geschlossen werden, wenn das erste Zeichen getippt wird. Dies gilt für Klammern sowie für Anführungszeichen.
- **Einfassen von Text**: "surroundingPairs" gibt an, welche Zeichenpaare verwendet werden können, um einen markierten Text einzufassen, wie Klammern oder Anführungszeichen.

Zusammenfassung

Das Projekt *lsp-dungeon* erfüllt alle geforderten Erweiterungen. Hierbei ist das Projekt eher als ein Proof of Concept zu sehen und stellt keine vollständige Umsetzung der Extensions dar. Allerdings liegt für die Completions und die Fehleranalyse eine sehr gute Grundlage vor, auf welcher weitere gewünschte Funktionalitäten ergänzt werden können. Ebenso bietet der LSP-Server unter Verwendung der Bibliothek *vscode-languageserver/node* noch viele weitere Möglichkeiten für Spracherweiterungen der Dungeon DSL.

Installationen

JAR Updaten

Falls Änderungen am Verhalten der Diagnostics durchgeführt werden und eine neue JAR erzeugt wurde, muss diese JAR in den Ordner *server\jars* eingefügt und die alte JAR gelöscht werden.

Eine neue JAR kann erstellt werden indem im Projekt dungeon-diagnostics das Artifact dungeon-diagnostics:jar gebaut wird. Hierfür in IntelliJ Build > Build Artifacts... und dungeon-diagnostics:jar auswählen. Danach befindet sich die JAR im Ordner *out/artifacts/Dungeon_Diagnostics_jar*. Diese kann kopiert werden und an die oben genannte Stelle im lsp-dungeon Projekt eingefügt werden.

Erstellen der .vsix-Datei:

Erstelle die .vsix-Datei:

Um eine .vsix-Datei zu erstellen, wird das vsce-Tool verwendet. Falls dies noch nicht installiert wurde kann es mit dem folgenden Befehl installiert werden: `npm install -g vsce`

Danach in das Verzeichnis der Extension navigieren und den folgenden Befehl ausführen: `vsce package`

Dies erstellt eine .vsix-Datei im aktuellen Verzeichnis.

Installation der .vsix-Datei:

Um die .vsix-Datei in VS Code zu installieren:

VS Code öffnen. Zu Extensions gehen (Ctrl+Shift+X). Auf das Drei-Punkte-Menü oben rechts klicken und „Extension aus VSIX installieren...“ wählen. Wähle die erstellte .vsix-Datei aus und installiere sie. Extension ist nun lokal in VS Code installiert und kann wie jede andere Extension verwendet werden.

Verwendete Technologien

ANTLR

Für die Syntax-Analyse wurde *ANTLR (v4.13.2)* als Bibiliothek in IntelliJ verwendet.

vscode-languageserver/node

Für die Implementierung des LSP Servers in Node wurde die Library *vscode-languageserver/node* verwendet. Diese stellt alle wichtige Klassen, Funktionen und Handler bereit die zur Implementierung des LSP notwendig sind bereit.

vscode-languageserver-textdocument

vscode-languageserver-textdocument ist ein Node Package für die Verarbeitung des Inhalts von Text-Dokumenten.

TextMate-Grammatik

TextMate-Grammatiken wurden für das Syntax-Highlighting verwendet.