

Projekt Supermarkt

Ziele

- **Implementierung eines Supermarktes:** Systemverständnis fördern
- **Integration von Komponenten aus unterschiedlichen Programmiersprachen:** Modulare und mehrsprachige Architektur: Durch die Aufteilung in klar getrennte Module und die gezielte Nutzung von C++ (Backend) sowie Python (Frontend) wird Skalierbarkeit ermöglicht
- **Umgang von Zugriffsrechten auf Dateisysteme und Ressourcen:** Sicherstellung des synchronisierten Zugriffs (z. B. per `std::mutex`), um Race Conditions und Deadlocks bei gleichzeitiger Dateiverarbeitung zu verhindern.
- **Schnelle Testbarkeit trotz hoher Komplexität:** Trotz hohem Overhead durch C++ sollen die Tests in Python weniger Millisekunden brauchen

Design

- **Basisklassen:** Datum, Kunde, Händler, Produkt, Konto, Warenkorb, Supermarkt, Kassenzettel
- **Datensätze:** Export von Kassenzetteln, Inventur- und Kunden-, Händler-, sowie Warenkorbdateien
- **Fokus:** Trennung von Datenzugriff (**ReadData**) und Auswertung (**Statistik**) sowie Monitoring (**Logging**)
- **Vermeidung von Race Conditions:** Multithreading-fähiger Dateizugriff mittels Mutexen

Hauptfunktionen

CMakeLists.txt

- Zentrales Dokument zur Steuerung vom Compile-Vorgang
- **src:** Ablageort für die Source-Dateien
- **inc:** Ablageort für die Header-Dateien, Unterteilung in base und utils
- **Verwendeter Standard:** CXX 17
- **ccache:** Zwischenspeichern der Build-Objekte im Cache zur Beschleunigung vom Build-Vorgang
- **Optimierung O2:** Beschleunigung vom Build-Vorgang und Debugging sind möglich
- **Debugging:** Aktivierung vom Debugging, um die Fehlersuche zu vereinfachen

.vscode

- **tasks.json:** JSON-Datei fuer Steuern vom Kompilier-Vorgang inkl. Shortcuts fuer die Tastatur, vor allem CTRL+SHIFT+B zum Kompilieren
- **settings.json:** JSON-Datei zur Konfiguration für C++ und meinem Modul `py_bindings`

build

- Speicherort fuer die Executables, Binärdateien und Befehle fürs Kompilieren

inc

- Ablageort für die Header-Dateien

- **base:** Unterordner für die einfachen Klassen
- **utils:** Unterordner für die Template-Klassen, die in anderen Projekten nutzbar sind

src

- Speicherort für die Source-Dateien
- **tests.cpp:** Test-File fuer alle Executables

Ordner data

- Aufbewahrungsort fuer die generierten Kassenzettel, Warenbestaende, Kundenliste, Haendlerlisten
- Referenzpunkt fuer die Datenverarbeitung

Integration von C++ in Python

Erweiterungen in der CMakeLists.txt:

- **Pybind11 einbinden**

```
add_subdirectory(pybind11) find_package(Python3 COMPONENTS Interpreter Development
REQUIRED)
```

- **pybind11_bindings mit Python-Bibliotheken linken**

```
target_link_libraries(supermarkt PRIVATE Python3::Python)
include_directories(${Python3_INCLUDE_DIRS})
include_directories(${PROJECT_SOURCE_DIR}/include)
include_directories(${CMAKE_SOURCE_DIR}/pybind11/include)
```

bindings

- Ablageort fuer die Executables aus C++, um mit pybind11 zu interagieren
- Deklaration der Funktionen aus C++ fuer Python, **Achtung:** Funktionen müssen *Snake-Case* sein, damit Sie in Python nahtlos funktionieren

py_bindings.pyi

- **Zweck:** Minimierung der Fehlermeldungen, die durch Pylint erkannt werden
- **Umsetzung:** Reine Deklaration der Funktionen aus der Datei ./bindings/py_bindings.cpp, damit der Compiler erkennt, dass diese Funktionen bereits in C++ definiert wurden.

pybind11

- **Installation:** Klonen vom Git-Repository [Pybind11](#)
- **Warum:** Noetig, um eine Schnittstelle zwischen C++ und Python zu ermoeeglichen
- **Modul für Python (Statistik-Pybind11)**

```
pybind11_add_module(py_bindings Verwenden der gleichen Executables aus src, aber ohne main.cpp
)
```

- **Linken von py_bindings mit poppler-cpp fuer Konvertierung von PDFs in String**

```
target_link_libraries(py_bindings PRIVATE poppler-cpp)
```

Erweiterungen fuer settings.json:

```
"C_Cpp.errorSquiggles": "disabled",
"C_Cpp.default.compilerPath": "/usr/bin/gcc",

"python.analysis.extraPaths": ["/build"],
"python.analysis.diagnosticSeverityOverrides": {
  "reportMissingImports": "none",
  "reportMissingModuleSource": "none"
},
"python.analysis.typeCheckingMode": "off",
"python.envFile": "${workspaceFolder}/.env",
"python.analysis.ignore": ["/GUI/gui.py", "/tests/test_supermarkt.py"] #
Noetig, da pylint Schwierigkeiten mit stat. Variablen hat
```

Behebung der Pylint-Fehlermeldungen:

- **Inhalt von .pylintrc:**

```
[MASTER] init-hook='import sys; sys.path.append("/build")'
```

```
[TYPECHECK] extension-pkg-whitelist=py_bindings ignored-modules=py_bindings
```

- **Inhalt von .env:** PYTHONPATH=absolute_path_to_executable

Ausführung vom Executable

- Eingabe vom Befehl **export PYTHONPATH=absolute_path_to_executable** im Terminal
- **Hinweis:** Der absolute Pfad lässt sich mittels `find -name build` ermitteln

Integration in GitHub

- **ci.yml im Ordner .github:** Konfiguration von CI/CD
- **.gitignore:** Ordner und Dateien, die ignoriert werden koennen
- **gitmodules:** Mitteilung gegenüber dem System, dass pybind11 als Submodul zu verwenden ist

Ergebnisse

- **CI/CD-Tests:** Tests laufen stabil, inklusive C++- und Python-Komponenten auf GitHub Actions.
- **Pybind11:** konsistente Schnittstelle zwischen C++ und Python.
- **Python-Tests über C++-Module:** Worst Case benötigt unter 200 ms, im Best-Case ca. 140 ms
- **Formatierung für C++:** clang-format, cpplint
- **C++-Style von Google:** Skalierbar und wartbar dank durchdachter Architektur