

// Zwischenbericht: SPS-Benchmarking

Team

- Allmer
- Bierbaum
- Herbst

1. Aufgabenstellung

Ziel ist die Entwicklung eines Performance-Tests für drei Kommunikationsprotokolle im Zusammenspiel mit einer Siemens-S7-SPS:

Protokoll	Bibliothek
OPC UA	opcua
Siemens Web API	requests
S7 (proprietär)	python-snap7

Benchmarks:

- Schreiben einzelner Variablen (Bool, Int16, Int32) mit 1, 10 bzw. 20 Ops/s
- Übertragen eines Datenblocks mit ca. 1 kB (100 × LTime-Werte)

2. Entwicklungsumgebung

Dependencies sind in `pyproject.toml` gelistet. Als Package und Project-Manager wurde UV verwendet.

Konfiguration

Alle Verbindungsparameter werden über ein `.env`-File konfiguriert (siehe `.env.example`)

3. Softwarearchitektur

Adapter-Pattern

Das Adapter-Pattern ermöglicht es, die Benchmark-Logik von den protokollspezifischen Details zu trennen. Dadurch können alle drei Protokolle mit identischen Testfällen verglichen werden, ohne den Testcode zu duplizieren. Dies führt auch zu einer guten Erweiterbarkeit falls neue Adapter hinzugefügt werden sollten.

Für jedes Protokoll wurde ein Adapter implementiert, der eine gemeinsame abstrakte Basisklasse implementiert:

```
benchmark/  
├── adapters/  
│   ├── base.py      # GenericAdapter (ABC)  
│   ├── webapi.py    # SpsWebApiAdapter  
│   ├── opcua.py     # OpcUaAdapter  
│   └── s7.py        # S7Adapter  
├── benchmark_runner.py  
└── main.py
```

Besonderheiten der Implementierung

Adapter	Besonderheit
WebAPI	Token-basierte Authentifizierung, SSL (verify=False für Self-Signed)
OPC UA	Automatische Typ-Erkennung (Bool/Int16/Int32) anhand Variablenname
S7	Direkter Speicherzugriff via <code>db_read</code> / <code>db_write</code> , konfigurierbare Offsets

Single-Writes

Beim Single-Write-Test wird eine einzelne Variable wiederholt mit Werten beschrieben:

```
# Bool: True/False im Wechsel
value = operations % 2 == 0

# Int16/Int32: Inkrementierender Wert
value = operations % 1000
```

Bulk-Daten

Es wird ein Array mit 100 Einträgen im Siemens-LTime-Format erzeugt (je 8 Bytes = 800 Bytes):

```
bulk_data = [f"LT#{i * 1000000}ns" for i in range(100)]
# Ergebnis: ["LT#0ns", "LT#1000000ns", "LT#2000000ns", ...]
```

4. Datenübertragungssicherheit

Alle Protokolle basieren auf TCP. Bei einer erfolgreichen Response wird angenommen, dass die Daten korrekt übertragen wurden. Eine explizite Verifikation im SPS-Speicher erfolgt **nicht**.

5. Benutzung

Voraussetzungen

1. Python installiert
2. Siemens-SPS erreichbar im Netzwerk
3. Datenblock PerformanceData (DB7) auf der SPS konfiguriert
(Hinweis: Auf der SPS falsch als PerformaceData geschrieben)

Installation

```
cd benchmark
uv sync
cp .env.example .env
# .env mit korrekten Werten anpassen
```

Benchmark ausführen

```
cd benchmark
uv run python main.py
```

Ausgabe

Nach Abschluss werden im Verzeichnis `results_YYYYMMDD_HHMMSS/` folgende Dateien erzeugt:

Datei	Inhalt
protocol_comparison.txt	Tabellarischer Vergleich aller Protokolle
comparison_latency.png	Latenz-Vergleich (P50/P90/P99)
comparison_ops.png	Durchsatz-Vergleich (Ops/s)
webapi/ , opc_ua/ , s7/	Protokoll-spezifische Ergebnisse

6. Gemessene Metriken

Metrik	Beschreibung
Ops/s	Operationen pro Sekunde (erreichte Rate)
Latency P50	Median der Antwortzeiten
Latency P90	90. Perzentil
Latency P99	99. Perzentil
Throughput (kB/s)	Datendurchsatz bei Bulk-Writes

7. Aktuelle Erkenntnisse

Testergebnisse von 2026-01-07

Test	WebAPI	OPC UA	S7	Sieger
Bool @ 20 ops/s	3.23 ops/s	20.17 ops/s	20.17 ops/s	S7/OPC UA
Int16 @ 20 ops/s	3.25 ops/s	20.16 ops/s	20.18 ops/s	S7/OPC UA
Int32 @ 20 ops/s	3.32 ops/s	20.16 ops/s	20.17 ops/s	S7/OPC UA
Bulk (100 LTime)	3.24 ops/s	5.31 ops/s	101.62 ops/s	S7

Latenz-Vergleich

Protokoll	Typische Latenz (P50)	Ursache
WebAPI	~300-310 ms	HTTP-Overhead, SSL-Handshake
OPC UA	~9-12 ms	Subscription-Mechanismus, Protokoll-Overhead
S7	~4-10 ms	Direkter TCP-Socket, minimaler Overhead

Kernaussagen

1. **S7-Protokoll ist durchgehend am schnellsten** – besonders bei Bulk-Writes (~100x schneller als OPC UA)
2. **WebAPI nicht für hochfrequente Zugriffe geeignet** – maximale Rate ~3 ops/s bei 300ms Latenz
3. **OPC UA bietet guten Kompromiss** – nahe an S7-Performance, aber standardisiert und weniger manuell
4. **Datentyp hat kaum Einfluss** – Bool/Int16/Int32 zeigen ähnliche Performance

Grafiken

