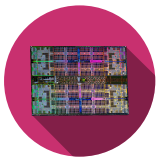


Analyse von Mystery-Programmen

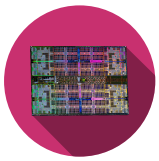
Mini-Labor Computerarchitektur

Inhalt

1 Ziel 1
2 Installation 2
2.1 **hyperfine** und **time** 2
2.2 **btop** 2
2.3 **flamegraph** & **framelens** (optional) 2
2.4 Überprüfen der Installation 3
3 Analyse der Mystery-Programme 4
3.1 Analyse mithilfe von **hyperfine** 5

1 Ziel

Ziel dieses Mini-Labors ist es, unbekannte Programme zu Analysieren mit Debug Tools wie der *Aktivitätsanzeige* (MacOs), *Task Manager* (Windows) oder *btop* (Linux, MacOS, Windows) sowie und Leistungsanalyse Tools wie **hyperfine** (Linux, MacOS, Windows) oder **time** (Linux, MacOS).



2 Installation

Zuerst müssen Sie die verschiedenen Tools installieren, die wir für die Leistungstests verwenden werden.

Um die Installation zu vereinfachen, werden die Tools über die folgenden Paketmanager installiert:

MacOS **"brew"**, bash:

```
/bin/bash -c "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/
HEAD/install.sh)"
```

Windows **"scoop"**, powershell:

```
Set-ExecutionPolicy -ExecutionPolicy RemoteSigned -Scope CurrentUser
Invoke-RestMethod -Uri https://get.scoop.sh | Invoke-Expression
```

2.1 `hyperfine` und `time`

`hyperfine` ist eine Kommandozeile benchmarking Applikation.

`hyperfine` ist verfügbar unter https://github.com/sharkdp/hyperfine?tab=readme-ov-file#installation.

MacOS	Windows
`brew install hyerfine`	`scoop install hyperfine`

Das Program **`time`** ist auf MacOS und Linux bereits vorinstalliert, auf Windows ist dieses nicht verfügbar.

2.2 `btop`

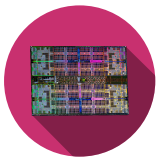
`btop` ist ein Terminal basiertes Systemmonitoring Tool ähnlich wie eingebaute Tools wie *Task Manager* (Windows) oder *Activity Monitor* (MacOS).

`btop` ist verfügbar unter https://github.com/aristocratos/btop?tab=readme-ov-file#installation für Linux und Mac. Für Windows, verwenden Sie den Fork **`btop4win`** https://github.com/aristocratos/btop4win?tab=readme-ov-file#installation.

MacOS	Windows
`brew install btop`	`scoop install btop-lhm`

2.3 `flamegraph` & `framelens` (optional)

`flamegraph` ist ein Visualisierungstool für Profiling-Daten. Es hilft, Leistungsengpässe in Anwendungen zu identifizieren, indem es Flame Graphs aus Stack-Traces generiert.



flamegraph ist verfügbar unter https://github.com/flamegraph-rs/flamegraph?tab=readme-ov-file#installation

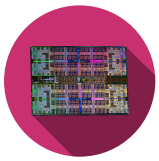
flamelens ist verfügbar unter https://github.com/YS-L/flamelens

MacOS	Windows
`cargo install flamelens --locked --all-features`	`scoop bucket add extras` `scoop install extras/flamelens`

2.4 Überprüfen der Installation

Um zu überprüfen, ob die Installation erfolgreich war, führen Sie die folgenden Befehle in einem Terminal aus:

```
hyperfine --version
btop      --version
time time           # Linux MacOS only
```



3 Analyse der Mystery-Programme

Die Binär-Program im Ordner **`car_labs/dbg/release/`** lässt sich mit verschiedenen Parametern ausführen.

```
Usage: rust_mystery_v1_0_0_Mac_AARCH64 [OPTIONS]

Options:
  -m, --mystery <MYSTERY>
  -h, --help                 Print help
  -V, --version              Print version
```

Je nach Betreibssystem muss ein andere Binärdatei ausgeführt werden.

- **`rust_mystery_v1_0_0_Mac_AARCH64`** für MacOS
- **`rust_mystery_v1_0_0_Linux_x64`** für Linux
- **`rust_mystery_v1_0_0_Windows_x64.exe`** für Windows

Passen Sie die untenstehenden Befehle demensprechend an.

Die Option **`-m`** oder **`--mystery`** erwartet einen Wert von **`1`** bis **`5`**. Jeder Wert führt zu einem anderen Verhalten des Programms.

Das Program kann direkt mit der Option **`-m`** ausgeführt werden.

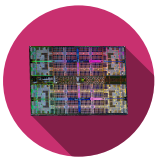
```
./rust_mystery_v1_0_0_Mac_AARCH64 -m 1
```

Die Programme dauern jeweils nur eine kleine Zeit. Um die Ausführungsgeschwindigkeit zu messen, verwenden wir das Tool **`hyperfine`** sowie **`btop`**.

Starten sie zuerst in einem separatem Terminal **`btop`** um die Systemauslastung zu überwachen. Danach können Sie das jeweilige Program mit **`hyperfine`** ausführen. z.B Mystery 4:

```
hyperfine --warmup 3 --export-markdown mystery-4.md --show-output --min-runs 10
"release/rust_mystery_v1_0_0_Mac_AARCH64 -m 4"
```

Führen Sie alle Varianten **`-m 1`** bis **`-m 5`** des Programmes aus und Analysieren Sie die Ausgabe von **`hyperfine`** und **`btop`**.



3.1 Analyse mithilfe von `hyperfine`

Am Ende eines **`hyperfine`**-Benchmarks wird eine Zusammenfassung der Ausführungsgeschwindigkeit angezeigt.

```
Time (mean ± σ):      64.9 ms ±  13.3 ms    [User: 14.8 ms, System: 12.5 ms]
Range (min … max):    58.3 ms … 147.6 ms    43 runs
```

Diese Informationen sind auch in den von **`hyperfine`** exportierten Markdown-Dateien verfügbar, hier **`mystery-4.md`**.

In diesem Fall wurde das Program 43 mal ausgeführt. Durchschnittlich dauerte eine Ausführung **`64.9ms`** mit einer Variation von **`13.3ms`**. Die Minimale Ausführungsdauer war **`58.3ms`** und die Maximale **`147.6ms`**.

Wichtig sind auch die Werte **`User`** und **`System`**. Diese Werte geben an, wie lange das Program in der User- und System-Space verbracht hat. In diesem Fall **`14.8ms`** und **`12.5ms`**.

Was bedeuten die Werte **`User`** und **`System`** konkret? Inwiefern unterscheiden sie sich voneinander?

Warum ist die Summe von **`User`** und **`System`** nicht gleich der Gesamtlaufzeit?

Schauen Sie sich für alle Programme die Ausführeungszeit, User und System Werte an. Parallel dazu, beobachten Sie die CPU, GPU, Speicher … mit **`btop`**.

Versuchen Sie zu verstehen, warum die Programme unterschiedlich lange dauern.

Geben Sie eine Hypothese zu den Operationen ab, die jedes Programm möglicherweise ausführt.

Argumentieren Sie anhand der gemessenen Werte / Verbräuche.