

Software pro měření a kalibraci časových stupnic

Knihovna pro sběr dat

Popis knihovny

V průběhu realizace projektu je nutné provést řadu měření. Mnoho z nich trvá dlouhou dobu (řádově dny, nebo týdny). Měřicí přístroje lze ovládat vzdáleně přes různá rozhraní a je tedy možné vyčítat naměřenou hodnotu případně nahrávat přednastavení pro určité úkoly.

Většina přístrojů, které používáme, obsahuje jinou sadu ovládacích příkazů a jiné fyzické rozhraní pro jejich připojení. Na druhou stranu, měřicí úlohy, které nad nimi provádíme, jsou velice podobného charakteru. Většinou jde o nahrání konfigurace do přístroje před spuštěním odměru a následně periodické vyčítání naměřené hodnoty. Každý přístroj vrací jednu nebo více naměřených hodnot ve specifickém formátu a ten je třeba převést na jednotný formát vhodný pro další zpracování.

Aby byla celá knihovna jednoduše rozšiřitelná, je napsána objektově v jazyce Python. Jednotlivé typy komunikace jsou rozděleny do komunikačních tříd a jednotlivé modely přístrojů mají také své třídy. Tímto způsobem lze výsledné objekty vzájemně kombinovat.

Implementace Knihovny

Knihovna je rozdělena na základní části do jednotlivých modulů: modul komunikace, modul přístrojů, modul měření a modul logování.

Modul komunikace

Modul komunikace sjednocuje přístup k jednotlivým rozhraním. Je podporováno rozhraní UART, Ethernet a GPIB. Každé z těchto rozhraní disponuje funkcemi pro otevření, zápis, čtení a uzavření komunikace.

Komunikační modul UART slouží k nastavení a realizaci komunikace po sériovém portu. Nastaví se požadovaná rychlost komunikace, oddělovač jednotlivých řádků/zpráv, případně další parametry. Komunikační modul Ethernet umožňuje navázat TCP spojení k přístroji na požadované adrese a portu. Komunikační modul GPIB umožňuje ovládat zařízení na sběrnici GPIB.

Komunikační moduly jsou vzájemně záměnné, protože implementují shodné API. Toho využívají moduly přístrojů, které mohou použít libovolný komunikační modul.

Modul přístrojů

Modul přístrojů sjednocuje přístup k jednotlivým přístrojům. Je možné implementovat jednorázové nastavení při připojení. Následně každý modul pro konkrétní přístroj obsahuje funkci pro zápis měřicího příkazu a pro vyčtení odpovědi. Knihovna obsahuje základní ovládání přístrojů: Čítač Picotest UA6200A, Rubidiový standard Stanford Research Systems FS725, Čítač Stanford Research Systems SR620, GPS uBlox LEA-6T.

Čítače například používají standard SCPI pro komunikaci a definici datových struktur, rubidiový standard a GPS ale používají zcela jiné protokoly.

Modul měření

Modul měření se stará o zautomatizování procesu vyčítání údajů ze zařízení. Jedná se v podstatě o šablonu, která je podle potřeby upravena pro konkrétní měření. Dělí se na základní části: inicializace přístrojů, periodické vyčítání hodnot, uzavření komunikace.

Modul logování

Modul logování je napsán pomocí interpretru BASH. Jedná se o jednoduchý nástroj, který umožní spustit měření na pozadí, hlídá, aby nikdo nespustil nové měření, dokud neukončí to předchozí a ukládá naměřená data do systematicky pojmenovaných souborů podle data vytvoření.

Použití

Použití knihovny spočívá v upravení šablony měření a navržení vlastního sledu měření. V první části se nejprve inicializují jednotlivé přístroje. To je možné provést jednoduchým zavoláním konstruktorů příslušných objektů.

```
d = Picotest(Ethernet("10.20.30.3", 5025))
```

V proměnné `d` máme nyní připojený přístroj Picotest UA6200A. Pokud potřebujeme zapsat příkaz pro měření, stačí zavolat následující příkaz.

```
d.write()
```

Načtení výsledku obstará jednoduchý příkaz, který také převede hodnotu do požadovaného formátu. V následujícím příkladu je výsledek přímo vytištěn na obrazovku.

```
print d.read()
```

Nejjednodušší skript pro periodické vyčítání hodnoty tak může vypadat například takto

```
d = Picotest(Ethernet("10.20.30.3", 5025))

while True:

    s.write()           # zapsani prikazu

    print d.read()     # cekani na vysledek a vypsani
```

Vzhledem ke zvolenému skriptovacímu jazyku je jednoduché program modifikovat a přidávat další přístroje.

Celé měření se spustí pomocí příkazu `./run.sh`, který spustí měření na pozadí a na obrazovku začne vypisovat naměřená data. Program automaticky vytvoří soubor pro ukládání výsledků a aktuálně naměřená data zobrazuje i na standardní výstup.

Program využívá sadu standardních unixových příkazů pro práci se standardním výstupem. Je použit program `screen`, pro spuštění úlohy na pozadí. Dále je použit program `tee` pro přesměrování výstupu do souboru a je použit program `tail` pro sledování zapisovaných dat. Tato architektura umožňuje na jedné straně bezpečné sledování měřených dat a na druhé straně umožňuje odhlášení aktuálního uživatele a měření na pozadí.

Knihovna pro zpracování dat

Knihovna je napsána jako ToolBox pro prostředí MATLAB. Skládá se z dílčích funkcí sloužících ke zpracování naměřených dat.

Allan deviation

Funkce allan slouží k výpočtu Allanovy odchylky.

Vstupy:

- **data.freq:** pole naměřených hodnot
- **data.rate:** konstantní rychlost vzorkování dat
- **tau:** pole hodnot tau, pro která se má provést výpočet

Výstupy:

- směrodatná odchylka
- Allan deviation
- Overlapping Allan deviation
- Modified Allan deviation
- Timed Allan deviation

Nahrazení hodnot NaN v datech

- **inpaint_nan:** Funkce do 1D pole dopočte hodnoty, které jsou NaN. Využívá k tomu řešení rovnice.
- **naninterp:** Funkce provede kubickou interpolaci dat a nahradí NaN

Metriky

- **MTIE:** Výpočet metriky Maximum Time Interval Error pro zvolená Tau.
- **TIE RMS:** Výpočet metriky Time Interval Error RMS

Tauspace

Vytvoření pole hodnot tau pro funkce MTIE, TIE_RMS a Allan. Hodnoty tau jsou automaticky vypočteny podle zvolených kritérií a podle předložených dat.

- **Auto:** Vytvoří N tau pro pokrytí celého datového vzorku
- **Decade:** Vytvoří hodnoty tau po dekadách
- **Octave:** Vytvoří hodnoty tau po oktávách

plot_opt

Funkce slouží výpisu velkého množství dat. Z dat jsou vybrána minima a maxima po určitém intervalu tak, aby se vizuální podoba grafu nezměnila ale aby obsahovala menší množství datových bodů. Vhodné pro export do vektorových formátů.