

OPERAČNÍ PROGRAM PODNIKÁNÍ A INOVACE PRO  
KONKURENCESCHOPNOST

Specifický cíl 1.1  
Program APLIKACE - VÝZVA VIII.

Název projektu:

**Výzkum a vývoj inteligentního parního ventilu**

**Evidenční číslo projektu:  
CZ.01.1.02/0.0/0.0/20\_321/0024367**

**Návod k obsluze a popis SW daemon.c**

Příjemce dotace:

**IPH Servis Morava, s.r.o.**  
č.p. 455, 739 01 Baška  
IČ: 286 57 071

**Návod k obsluze a popis SW daemon.c vyvinutého pro projekt „Výzkum a vývoj inteligentního parního ventilu“** Evidenční číslo projektu poskytovatele: CZ.01.1.02/0.0/0.0/20\_321/0024367

## Úvod

SW daemon je software pro OS Linux a funguje v řádkovém režimu bez grafického uživatelského rozhraní. Proto se v dalším textu nenacházejí screenshoty aplikace.

SW daemon je software pro dálkové vyčítání surových dat (navzorkované hodnoty) z HW pro monitorování signálů z parního ventilu. Po získání/přenosu dat SW provede zpracování získaných dat prostředky statistické analýzy. Výsledkem činnosti SW je soubor parametrů signálů a jejich podvzorkování pro další zpracování prostředky umělé inteligence.

## Instalace

V souboru daemon.c se na řádcích 18 a 20 upraví cesta k indexovému souboru, v němž jsou zaznamenávány názvy souborů se změřenými daty resp. kořenový adresář pro soubory se změřenými daty.

Program se pak zkompiluje kompilátorem jazyka C a přilinkováním matematické knihovny linuxovým příkazem:

```
cc daemon.c main.c -lm
```

Instalace byla otestována na několika systémech Linux včetně Raspberry Pi 3.

## Spuštění

Program (linuxový démon) se spustí na pozadí příkazem:

```
./a.out &
```

## Funkcionalita

Linuxový démon opakovaně načítá daný indexový soubor, a pokud v něm přibyl řádek s novým názvem souboru s naměřenými daty, tento se zpracuje prostředky statistické analýzy a výsledný soubor parametrů signálů a jejich podvzorkování se pro další zpracování prostředky umělé inteligence uloží do souboru parameters.csv, přičemž se do indexového souboru parameterized.log přidá řádek s názvem zpracovaného souboru.

SW vyhodnocuje a parametrizuje dále uvedené signály.

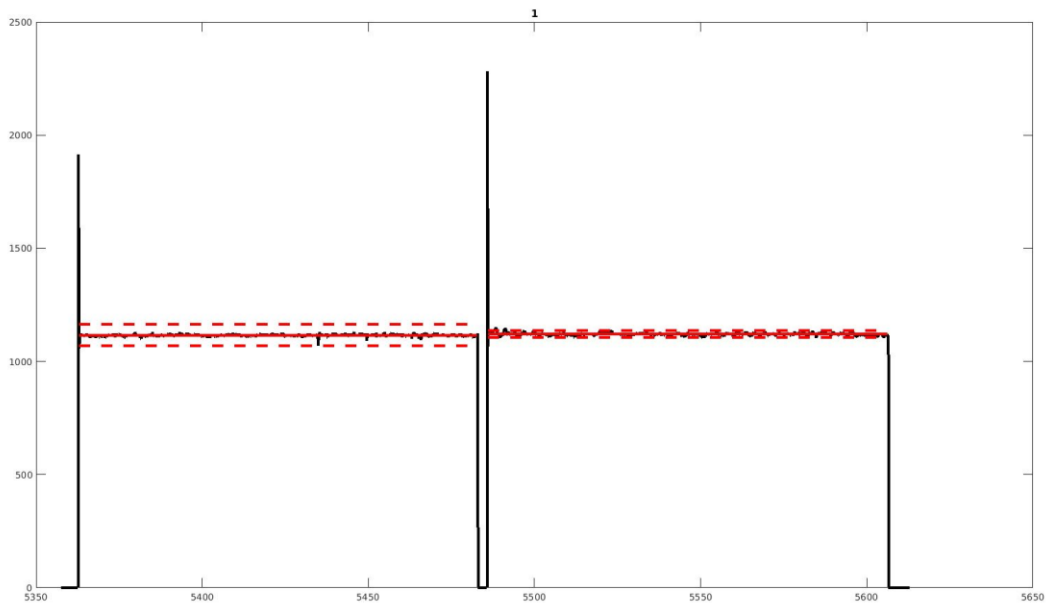
**Výkon motoru  $Q(t)$** , viz funkce analyzePowerSignal v main.c

Ze signálu odečítáme následující parametry:

- špička výkonu při rozjezdu  $Q0_{max}$ ,
- průměrný výkon při pojezdu vpřed  $Q0$ ,
- maximální odchylka od průměrného výkonu při pojezdu vpřed  $Q0_{dev}$ ,
- doba pojezdu vpřed  $t0$ ,
- doba reverzace  $tR$ ,
- špička výkonu při reverzaci  $Q1_{max}$ ,
- průměrný výkon při pojezdu zpět  $Q1$ ,
- maximální odchylka od průměrného výkonu při pojezdu zpět  $Q1_{dev}$ ,
- doba pojezdu zpět  $t1$ .

Pro níže zobrazený signál jsou parametry následující:  $Q0_{max}=1913$ ,  $Q0=1116$ ,  $Q0_{dev}=47$ ,  $t0=119.7$ ,  $tR=3.4$ ,  $Q1_{max}=2280$ ,  $Q1=1121$ ,  $Q1_{dev}=16$ ,  $t1=120.3$ .

Uvedené parametry byly vypočteny ze 119 běhů ofukovače v Biocel Paskov v srpnu 2022. Na níže uvedených obrázcích jsou histogramy těchto parametrů. Na základě tohoto statistického učení budeme automaticky detekovat, pokud některé z parametrů budou mimo naučenou toleranci nebo pokud budou mít během několika po sobě jdoucích běhů ofukovače zhoršující se trend.



**Rychlost  $V(t)$** , viz funkce analyzeSpeedSignal v main.c

Ze signálu odečítáme následující parametry:

- průměrná rychlost při pojezdu vpřed  $V_0$ ,
- maximální odchylka od průměrné rychlosti při pojezdu vpřed  $V_0dev$ ,
- doba pojezdu vpřed  $t_0$ ,
- doba reverzace  $t_R$ ,
- průměrná rychlost při pojezdu zpět  $V_1$ ,
- maximální odchylka od průměrné rychlosti při pojezdu zpět  $V_1dev$ ,
- doba pojezdu zpět  $t_1$ .

Pro níže zobrazený signál jsou parametry následující:  $V_0=20.9$ ,  $V_0dev=17.3$ ,  $t_0=109.5$ ,  $t_R=7.9$ ,  $V_1=20.6$ ,  $V_1dev=9.5$ ,  $t_1=108.9$ .

**Teplota páry na vstupu  $T_{in}(t)$  a na výstupu  $T_{out}(t)$** , viz funkce analyzeTemperatureSignals

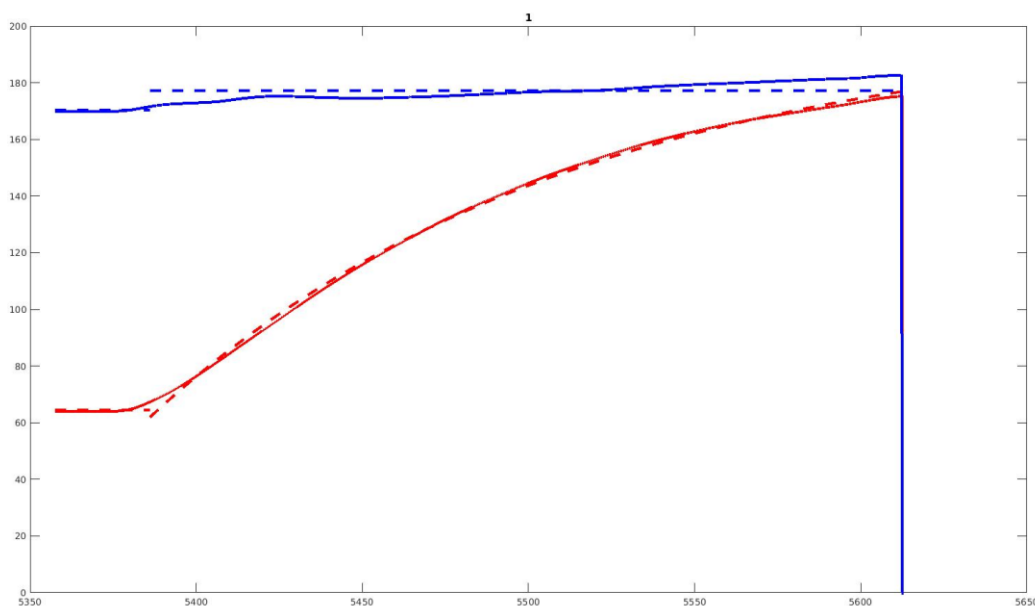
Ze signálů odečítáme následující parametry:

- doba od spuštění motoru k začátku růstu (otevření parního ventilu) teploty  $dt$ ,
- průměrná teplota na vstupu před otevřením parního ventilu  $T_{0in}$ ,

- průměrná teplota na vstupu po otevření parního ventilu T1in,
- průměrná teplota na výstupu před otevřením parního ventilu T0out,
- limitní teplota na výstupu po otevření parního ventilu Tinfout, viz exponenciální model,
- faktor před exponenciálou K, viz exponenciální model,
- faktor v exponentu lambda, viz exponenciální model.

Exponenciální model růstu teploty na výstupu je popsán takto:  $T_{out}(t) = T_{infout} - K \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$ .

Pro níže zobrazené signály (modře Tin(t), červeně Tout(t)) jsou parametry následující:  $\Delta t = 28.5$ ,  $T_{0in} = 170.3$ ,  $T_{1in} = 177.2$ ,  $T_{0out} = 64.5$ ,  $T_{infout} = 200.3$ ,  $K = 138.4$ ,  $\lambda = 0.008$ .



**Tlak na vstupu Pin(t) a na výstupu Pout(t)**, viz funkce analyzePressureSignals v main.c

Ze signálů odečítáme následující parametry:

- doba mezi rozjezdem motoru a otevřením ventilu dt0,
- doba mezi uzavřením ventilu a zastavením motoru dt1,
- průměrný tlak na vstupu před otevřením ventilu P0in,
- průměrný tlak na vstupu po otevření ventilu P1in,
- průměrný tlak na vstupu po uzavření ventilu P2in,
- průměrný tlak na výstupu před otevřením ventilu P0out,
- průměrný tlak na výstupu po otevření ventilu P1out,

- parametry exponenciály K, lambda, viz exponenciální model,
- průměrný tlak na výstupu po uzavření ventilu P2out.

Exponenciální model růstu tlaku na výstupu je popsán takto:  $P_{out}(t) = P_{1out} - K \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$ .

Pro níže zobrazené signály (modře  $P_{in}(t)$ , červeně  $P_{out}(t)$ ) jsou parametry následující:  $dt_0=15.5$ ,  $dt_1=15.7$ ,  $P_{0in}=9.9$ ,  $P_{1in}=9.6$ ,  $P_{2in}=10.1$ ,  $P_{0out}=0.04$ ,  $P_{1out}=5.2$ ,  $K=2.5$ ,  $\lambda=-0.23$ .

