

Návod na obsluhu systému pro řízení coelostatu - AROM

Aktuální návod je vhodné si vždy prohlížet on-line verzi na adrese:

<https://github.com/UniversalScientificTechnologies/SolarCoelostat/blob/ComputingUnit/doc/coelostat-navod.pdf>

Z důvodu možné aktualizace návodu není vhodné tuto návod tisknout.

Verze. 2020-07-16

Obsah

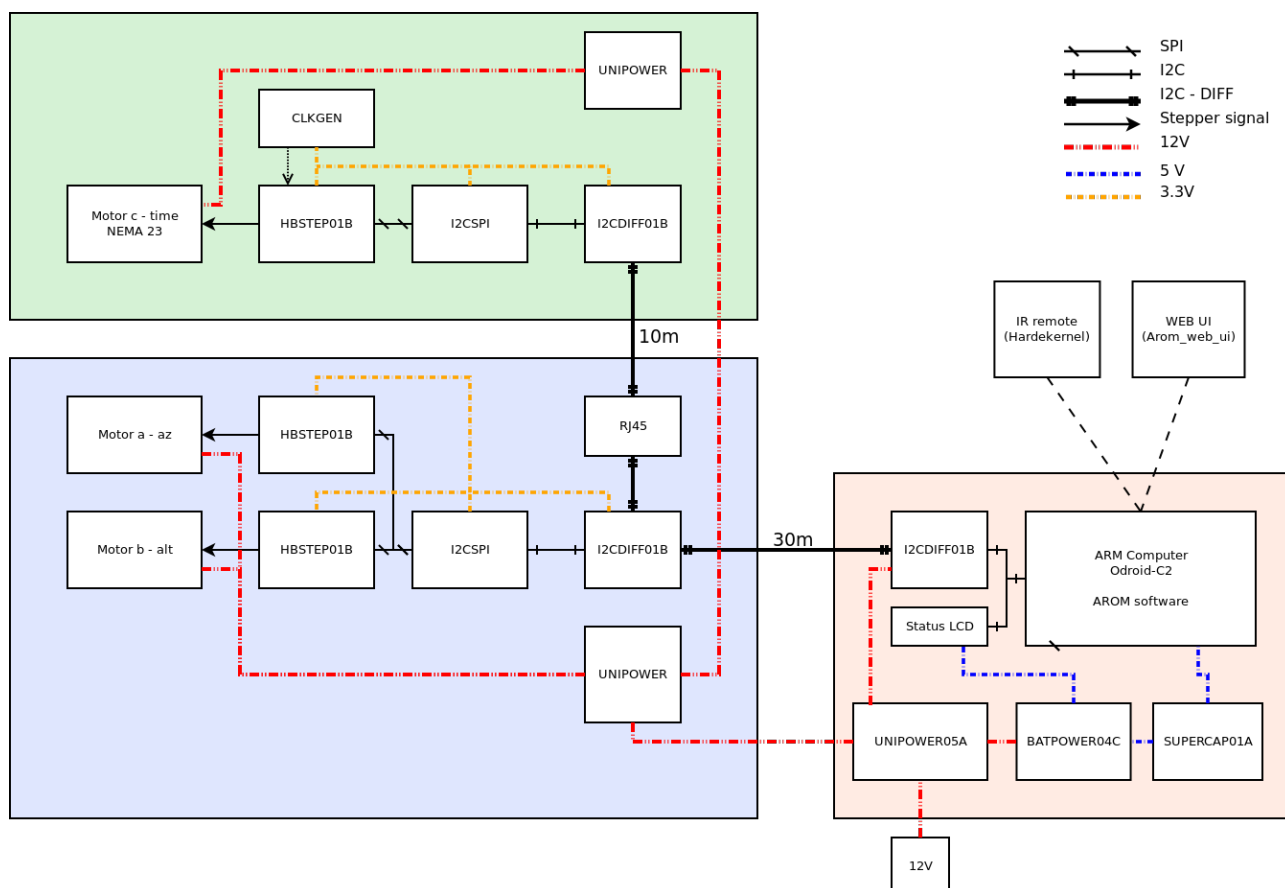
Popis systému.....	3
Blokové schéma.....	3
Ovládací počítač.....	3
Dálkový ovladač.....	4
Ovládání dalekohledu.....	4
Upozornění.....	4
Zapnutí.....	5
Manuální režim.....	6
Asistovaný režim.....	6
Vypnutí.....	7
Webové rozhraní.....	7
Správa měřicích zařízení.....	7
Spektroskopy.....	7
Uživatelské rozhraní.....	8
Nastavení spektroskopů.....	9
Datový výstup ze spektroskopů.....	9
Práce s daty.....	10
SlitJaw.....	10
Pointace.....	10
Ovládání karuselu.....	12
Řešení problémů.....	12
Problém s kalibrací.....	12
Coelostat se dostal na doraz.....	12
Špatná rychlost hodinového stroje.....	12
Nelze spustit SlitJaw program.....	12
Jiný problém.....	13
Software.....	13

Popis systému

Řídicí systém coelostatu a podpůrných aparátů je založen na elektronických modulech české elektronické laboratoře MLAB. Zařízení má za úkol pohybem soustavy zrcadel odrážet odraz slunečního disku do horizontálního dalekohledu a Slunečním diskem.

Blokové schéma

Zapojení celé konstrukce je zobrazeno na následujícím schématu.



Ovládací počítač

Pro ovládání hardwaru byl zvolen jednodeskový počítač s dostatečným výkonem pro tento účel. Počítač je umístěn v hliníkové krabici se zdrojem napájení, rozvaděčem s pojistkami a převodníkem sběrnice I²C na jeho diferenciální podobu. V přední části je umístěn LCD display pro zobrazování stavu systému, LED diody zobrazující stav CPU (aktivitu) počítače a napájení, IR přijímač a vypínač pro odpojení řídicí elektroniky.

Dálkový ovladač



Dálkový ovladač je dvanácti tlačítkový IR (38kHz) ovladač.

- Vypnout – Stiskem tlačítka se začne systém vypínat
- Zastavení všech pohybů
- Pohyb v každém směru
- Zastavení pohybů alt/az pohonů, zapnutí hodinového stroje
- Kalibrace coelostatu
- Vynutí/zapnutí hodinového stroje
- Vypnutí/zapnutí podsvícení dalekohledu
- Vycentrování coelostatu – tlačítko domečku -
- Tlačítka + a – zrychlí nebo zpomalí pohyb hodinového stroje.

Každé přijmutí příkazu z ovladače je potvrzeno akustickým signálem. (Signál není přehráván při ovládání z webového rozhraní. Viz. Dále.

Ovládání dalekohledu

Upozornění

Po celou dobu pozorování je nutné, aby byla přítomna obsluha (je to např. Z důvodů, že se systém může dostat na konec pracovního rozsahu, něco se může mechanicky zaseknout, pokazí se počasí, ...)

Sledujte předpověď počasí, ale také aktuální situace nad celostatem, nebylo by dobré, aby do zařízení napršelo či něco podobného. Při pohybu u celostatu si dejte pozor, aby jste nespadli v některých místech je zábradlí nižší než schůdky, dbejte tedy na svou bezpečnost.

Pozorovatel by měl dbát na rady této oficiální příručky. Ostatní můžou obsahovat (a obsahují) nepravdivé informace.

Je vhodné, aby každý pozorovatel byl s aktuální verzí této příručky seznámen.

Dávejte pozor na modrý kabel spojující spektrografy se vstupní čočkou, jedná se o Y optický kabel, který je velmi křehký a drahý. Kabel se nesmí ohýbat!.

Obsluha zařízení by měla mít alespoň základní znalosti práce s počítačem s operačním systémem Ubuntu.

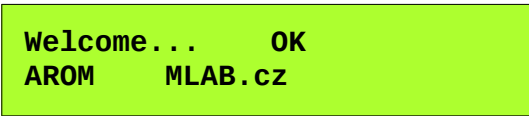
Zapnutí

Výchozí stav je, že je celý systém bez napájení, pro uvedení do provozu je nutné udržet následující postup.

Systém zapnete **zapojením napájecího kabelu** (označeného nápisem ‚pointace‘) do zásuvky. Rozsvítí se LED napájení a po chvíli **začne blikat červená kontrolka** označující aktivitu.

Startování systému **chvilí trvá**, takže si můžete připravit pozorovatelnu. Odsunout střechu, odstranit kryty zrcadel, **zkontrolovat, jestli není žádný koncový spínač sepnutý**.

Po zapnutí systému se na LCD display objeví nápis doprovázený dvojitým přehrátím uvítacího tónu.



Welcome... OK
AROM MLAB.cz

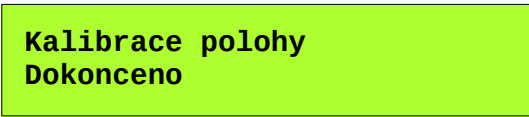
Nyní si můžete v prohlížeči na počítači v místní síti otevřít stránku celostatu, kde se můžete dozvědět další podrobnosti o systému. Stránku naleznete na počítači s adresou arom-solarlab.local

Pokud není žádné tlačítko na dorazu, můžete spustit proces vycentrování a nalezení polohy celostatu pomocí tlačítka [←]. Při kalibraci na LCD display se zobrazuje aktuální stav kalibrace



Kalibrace polohy
x z 3

Po dokončení kalibrace se na display zobrazí hláška a hodinový stroj by měl být spuštěný.



Kalibrace polohy
Dokonceno

Nyní je potřeba ručně vycentrovat všechny prvky optické cesty. Je vhodné začít od začátku, tedy u hodinového zrcadla, dále nastavit zrcadlo alt/az, zrcátko pointační kamery a parabolické zrcadlo dalekohledu. Tyto věci je nutné, pro správnou funkčnost, udělat precizně.

Řídicí systém je nyní připraven pro pozorování v manuálním režimu.

Manuální režim

V manuálním režimu ovládáte pouze pohyby zrcadel a vypnutí a zapnutí hodinového stroje.

Asistovaný režim

Asistovaný režim slouží k pointaci na určité místo na Slunečním disku pomocí kamery. Pro zapnutí musíte na počítači pozorovatele spustit program `Pointační kamera` kliknutím na ikonu na ploše nebo z terminálu příkazem `rosrun solar_coelostat solarPosition`. Po chvíli by se Vám mělo otevřít okno s náhledem na obraz z kamery a ovládací okno.

V okně náhledu je zobrazeno několik pomocných čar, které zobrazují střed kamery, střed Slunečního disku, směr východ-západ nebo po zjištění os dalekohledu osu Slunce. Kliknutím na disk Slunce provedete výběr místa pro pointaci.

V 'Ovládacím panelu' je několik nastavení. Nejprve je potřeba nastavit `integrační čas`. Za jasného počasí se tento čas pohybuje mezi 0.2 - 1 ms. Tento čas je potřeba nastavit tak, aby obraz Slunce byl **mírně přexponovaný** a kontury detekce Slunce byly přesně na okraji slunečního disku.

Pole `název pozorování` slouží pro označení pozorování. Toto pole se typicky nastavuje na název pozorovaného místa. Následující výběr, `Typ dat` je určeno pro rozdělení naměřených dat. Tyto dvě volby nijak neupravují algoritmus navádění. Slouží spíše pro pozdější zpracovávání dat a organizaci naměřených dat.

Tlačítka `Drž střed` a `Drž současnou polohu` slouží pro nastavení kurzoru na současnou polohu nebo střed slunečního disku. Tlačítko `Drž současnou polohu` lze používat například tak, že si najedete pomocí ovladače na požadovanou polohu a **tlačítkem si polohu zafixujete**. Pro zaktivování fixu je nutné zaškrtnout zaškrtnutí `Drž pozici`.

Zaškrtnutí `Zaznamenávání` slouží k ukládání snímků z pointační kamery.

Zaškrtnutí `Drž pozici` je určeno pro **navádění Slunečního coelostatu na vybraný bod** na Slunečním disku. Před zahájením pointace je potřeba mít zkalibrovaný denní pohyb. Pohyb je zkalibrovaný, když tlačítko Zjistit denní pohyb svítí zeleně.

Pokud v době pozorování přes Sluneční disk přechází mrak (nebo jiný objekt) je vhodné Držení pozice vypnout a počkat až se obraz znovu vyčistí. Tímto předejdete ujetí Slunce z obrazu. Při opětovném zapnutí se použije poslední poloha, kam bylo slunce naváděno

Pozice středu oproti poloze slunce je uloženo v textovém souboru .pos v polárních souřadnicích. Tento způsob byl zvolen z důvodu, aby vždy bylo možné vždy přesně dopočítat sluneční souřadnice bez nutnosti

Vypnutí

Zařízení je nutné vypínat pomocí dálkového ovladače tlačítkem vypnout. Na display se objeví hláška o vypínání. Vypnutí řídicího počítače je indikováno neblíkající červenou LED ‘CPU’. Následně odpojte přívod napájení.

Webové rozhraní

Správa měřících zařízení

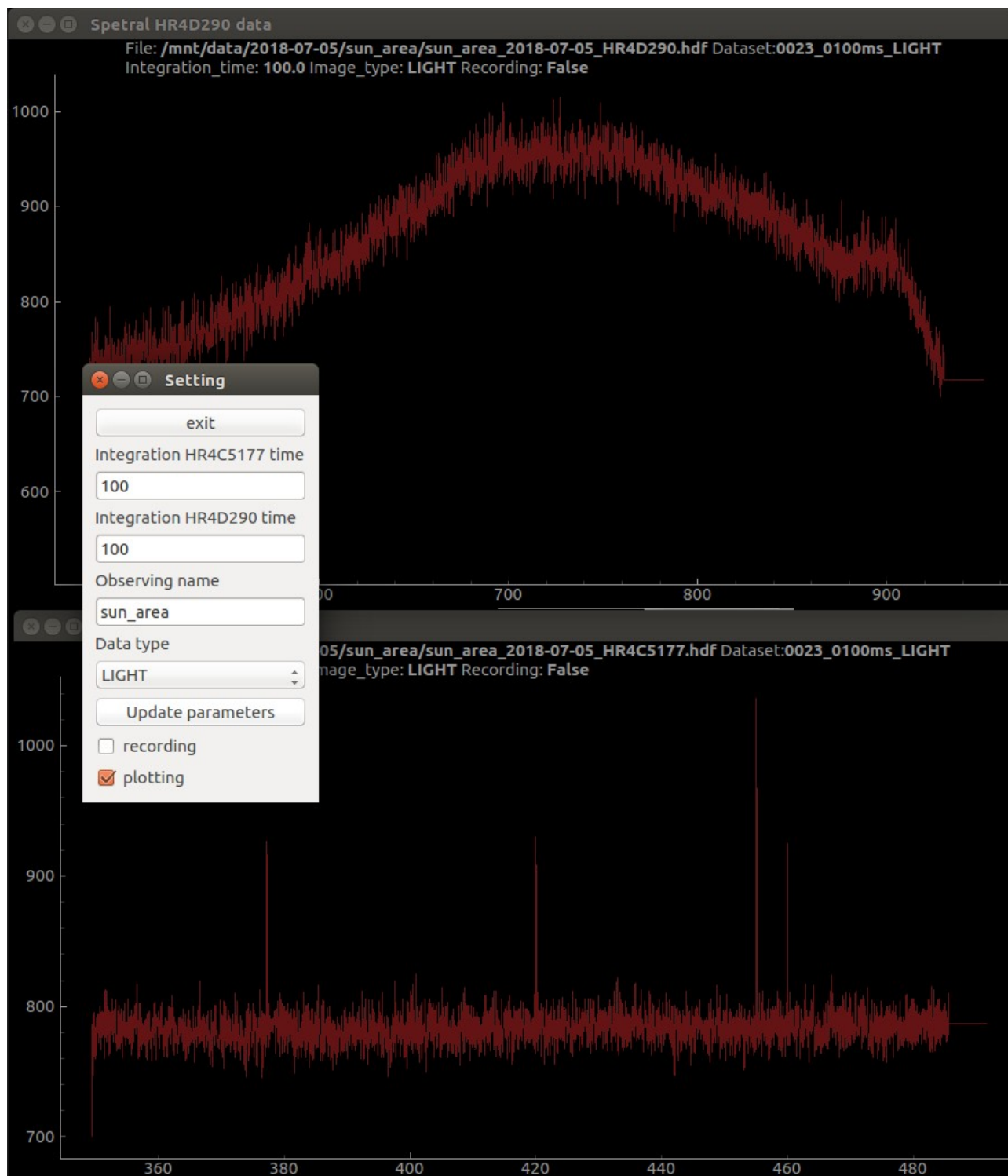
Systém spolupracuje s několika měřícími zařízeními. Všechna naměřená data jsou ukládána na zvláštní diskový oddíl (popřípadě jiný disk) připojený do `/mnt/data`. Dále jsou soubory rozřazeny do adresářové struktury `/mnt/data/<rok>-<mesic>-<den>/<nazev pozorovani>/<merici zarizeni>`.

Spektroskopy

Sluneční laboratoř je vybavena dvojicí spektroskopů HR2000 s měřícím rozsahem 350-450 nm a 450-940 nm. Pro obsluhu těchto spektroskopů je připraven vlastní software. Tento software lze spustit kliknutím na ikonku **Spektroskopy** nebo z příkazové řádky `roslun solar_coelostat obs_spectrometer`.

Uživatelské rozhraní

Program se skládá ze tří oken. Dvě zobrazují aktuální signál a třetí slouží pro úpravu parametrů.



Graf je interaktivní, tzn. že s ním lze myší hýbat, posouvat a zvětšovat. Kliknutím levého tlačítka myši a tažením graf posouváte. Kliknutím pravého tlačítka a tažením graf zvětšujete podle polohy kurzoru.

Při kliknutí pravým tlačítkem se nad grafem zobrazí kontextová nabídka umožňující ještě více nastavení zobrazení. Volba **View all** nastaví graf do výchozí polohy. Dále jsou dvě možnosti

nastavení po osách. Je možné nastavit fixní rozsah grafů. Nebo zobrazení pouze určité části spektra. V nabídce **Plot options** je pak možné s daty provést nějaké real-time zpracování. Klouzavý průměr, downsamplovat vzorky, zobrazit data logaritmicky či si zapnout mřížku pro snazší vyčítání dat.

Nastavovací okno obsahuje řadu důležitých parametrů, které jsou vypsané v následující části.

Nastavení spektroskopů

Ovládací okno spektroskopů nabízí několik možností nastavení expozičního času spektroskopů. První pole je pro spektroskop s nižší vlnovou délkou (v rozsahu 350 – 480 nm) a druhé pole je pro spektroskop s rozsahem 450 – 940 nm. Na horní straně náhledů spekter jsou vypsané některé parametry. Název souboru, kam jsou data ukládána. Označení pozorovacího úseku, expoziční doba, typ snímků a jestli je spuštěné nahrávání. Dále je tam vypsaná dosavadní délka aktuálního pozorovacího úseku a počet naměřených hodnot.

Parametr **Capture period** nastavuje v ms periodu zaznamenávání dat. Tato hodnota musí být větší než je největší expoziční čas. Hodnota menší nebo rovna 0 znamená, že se data zaznamenávají tak, jak je spektroskop generuje

Hodnota **Count** umí omezit počet uložených spekter do jednoho datasetu. Pokud je hodnota nulová nebo menší, zaznamenávání je neomezené. Počet vytvořených záznamů je vidět v horní části okna s grafy. Zde je i vypsané případné omezení. Po dosažení tohoto limitu se automaticky vypne zaznamenávání.

Datový výstup ze spektroskopů

Data ze dvou spektroskopů jsou zaznamenávána do souboru typu [HDF5](#). V je pro každou část pozorování vytvořena vlastní tabulka. Každou částí pozorování se chápe časový úsek pozorování s jednotným nastavením spektroskopů. Tabulky pro každý úsek odlišíte čtyřmístným číselným prefixem.

V hlavičce každé tabulky se spektry je několik údajů:

- COL_DELTA – rozdíl vlnové délky dvou po sobě jdoucích sloupců. Hodnota je nm.
- COL_VAL0 – Vlnová délka prvního sloupce
- COL_LIST – Seznam vlnových délek podle kalibračních údajů. Seznam je získaný z paměti spektroskopu a byl vytvořen při po-výrobní kalibraci. Pro zpracování dat je doporučeno používat tyto hodnoty.
- COL_CAL1 – Kalibrační polynom, lineární člen
- COL_CAL2 – Kalibrační polynom, kvadratický člen
- COL_CAL3 – Kalibrační polynom, kubický člen
- DATE_CREATE – Čas vytvoření tabulky
- DATE_ROW0 – Čas zapsání prvního řádku
- DEVICE_name – Název spektroskopu
- DEVICE_serial – Sériové číslo spektroskopu
- OBS_area – Název pozorované oblasti – zadává uživatel

- OBS_type – Typ pozorování – zadává uživatel
- ROW_DELTA – Časová vzdálenost dvou po sobě jdoucích řádků v ms.

Samotná tabulka je prostá matice (HDF5 Scalar dataset) s 32bit floating point hodnotami. Tabulka má při vytvoření fixní počet sloupců a proměnlivý počet řádků. Řádky postupně přibývají.

V HDF5 souboru je zároveň uložena tabulka, která v názvu obsahuje *****param**. Tato tabulka obsahuje parametry ovlivňující pozorování. V jejím prvním sloupci je čas vytvoření záznamu. Druhý sloupec obsahuje průměr clonky spektrografu. Třetí a čtvrtý sloupec nese informaci o poloze středu pointační kamery oproti slunečnímu středu. První údaj je úhel oproti denní ose. Druhá hodnota je vzdálenost od středu slunce. - Aktuálně tato hodnota není počítána.

Pátá a šestá hodnota ukazují odchylku od požadované polohy v px na matici kamery. Osy jsou přepočítané do os pohybu coelostatu. Tzn., například hodnota [10, 0] znamená posunout coelostat pouze v jednom směru.

Hodnota 8 a 9 obsahuje polohu středu Slunce na senzoru kamery. Hodnota 10 ukazuje detekovanou plochu. Je to vhodné například pro vyfiltrování času, kdy přes slunce přecházely mraky.

Práce s daty

Pro prohlížení naměřených dat existuje spousta nástrojů. Například lze použít HDFView (který je na pozorovacím počítači nainstalován). Nástroj umožňuje prohlížení dat ve formě tabulky a nabízí základní nástroje pro vykreslování grafů. Data lze v tomto nástroji také různě upravovat a vytvářet nové sestavy, které mohou pomoci k nalezení anomálií.

Pro formát HDF existuje mnoho dalších nástrojů a knihoven do programovacích jazyků. Například Python, C/Cpp, R, Java, MATLAB, Scilab, Octave, Mathematica, IDL a Julia. Pro více informací, jak s daty pracovat, je vhodné se podívat do oficiální příručky k formátu DHF5.

SlitJaw

Ze SlitJaw kamery lze ukládat obrázky ve formátu .tif. Jedná se o bezeztrátový (RAW) soubor vhodný pro ukládání obrazových dat. Čas vytvoření snímku a expoziční doba je také uložena v hlavičce souboru. Název souboru je ve formátu `<nazev_pozorovani>_<rok><mesic><den>_<hodina><minuta><sekunda>.tif`. S tím, že čas je v UTC.

Pointace

Pointace coelostatu je založená na zpracovávání obrazu z kamery (IDS), která je namontována na optickém dalekohledu s ohniskem 500 mm s baader fólií. Aplikace se skládá z dvou oken. V jednom je náhled obrazu, který je interaktivní. Zobrazovaný obraz lze zoomovat a posouvat pomocí myši nebo klávesnice.

V obrazu je vkresleno několik základních symbolů:

- Tenká modrá čára naznačuje denní pohyb Slunce po obloze.
- Tenká černá čára ukazuje směr jednotlivých os (ALT, AZ) coelostatu.

- Červené čáry naznačují sluneční osu a sluneční rovník.
- Modrý kroužek ukazuje kde by měl být střed kamery
- Zelený kroužek značí místo, které by mělo být v clonce spektroskopu. (Velikost kroužku neodpovídá realitě)

Vypsané parametry jsou:

- **area** – plocha na které je detekované Slunce. Tato plocha se používá k vyhodnocení jestli se může jednat o Slunce nebo ne. Plocha je počet px
- **Pos:** - Souřadnice detekovaného středu v souřadnicích kamery
- **Err** – Chyba polohy slunečního disku oproti požadované poloze v souřadnicích pohybů coelostatu.

Druhé okno obsahuje nastavení pointační kamery. V horní části okna jsou vypsány nějaké parametry získané z kamery. Těmi jsou:

- **rot** – úhel ekliptiky vůči otočení kamery
- **Poloha vůči střed kamery** – Vzdálenost středu slunce a středu senzoru kamery. Souřadnice jsou v souřadnicích kamery.
- **V souřadnicích coelostatu** – Stejný význam jako Err v obrazu.
- ~~Rotace~~
- ~~Lat, Lon~~

Dále jsou v okně vidět další parametry:

- **Poziční úhel slunce** – úhel je získáván automaticky. Není potřeba ho doplňovat
- **Integrační čas** – délka expozice
- **Název pozorování** – Název pozorování označující pozorování
- **Typ dat**

V okně následuje několik tlačítek:

- **Použij parametry** – Po zmáčknutí tlačítka se parametry nastaví v kameře a vytvoří se pozorování podle zadaného názvu.
- **Drž současnou pozici** – Sledovaná pozice se nastaví na aktuální pozici slunce. Zapne se pointování.
- **Drž střed** – Sledovaná pozice se nastaví na střed slunečního disku. Zapne se pointování.
- **Zjistit denní pohyb** – provede se procedura pro zjištění denního pohybu.

Pod tlačítka je pár checkboxů:

- **Zaznamenávání** – Zapne ukládání polohy do souboru
- **Drž pozici** – Pokud je aktivní, tak je spuštěné aktivní pointování.

Ovládání karuselu

Pro ovládání karuselu je zde vlastní aplikace. Aplikace po spuštění ihned spustí kalibraci karuselu a najde výchozí hodnotu. Tato hodnota je zapamatována a karusel se otočí na první polohu. Následně výběrem z menu můžete vybrat jinou polohu. Po kliknutí na Rotate se karusel otočí na požadované místo.

Řešení problémů

Problém s kalibrací

Coelostat se po kalibraci dostal na kraj pracovního rozsahu. Toto může být způsobeno několika důvody. Přerušená kalibrace, nedetekování konce rozsahu,

Při tomto problému je vhodné zkontrolovat, jestli některý z koncových senzorů není stisknutý.

Následně je potřeba kalibraci provést znovu a vizuálně zkontrolovat správnost kalibrace.

Coelostat se dostal na doraz

Systém rozděluje dva pracovní rozsahy. Jeden je hlídán pomocí softwaru, který slouží ke snazšímu sledování polohy coelostatu. Softwarový rozsah vyžaduje úspěšné provedení kalibrace. Druhý je hardwarový a je řešen dvojicí koncových senzorů.

Pokud nastane SW doraz, systém Vás na LCD display navede, jakým směrem máte pomocí ovladače odjet.

Špatná rychlost hodinového stroje

Rychlost hodinového stroje lze nastavit z webového rozhraní. V záložce `sun_controller` je ve spodní části tlačítko numerická pole s tlačítkem set. Po zadání nové hodnoty je potřeba hodnotu uložit stiskem tlačítka set a znovu spustit hodinový stroj (tlačítko [OK] na dálkovém ovladači.) Hodnota by měla být okolo 32.86.

Nelze spustit SlitJaw program

Při prvním spuštění jakékoliv aplikace může nějakou dobu trvat. Pokud tento stav přetrvává, zkontrolujte, jestli není aplikace spuštěna na pozadí. Například ve správci úloh `htop`. Pokud ano, zkuste tyto úlohy vypnout a aplikaci znovu zapnout. Pokud to nepomůže, je vhodné zkusit odpojit USB od kamery a po chvíli znovu připojit.

Tento stav je způsoben dlouhým a špatně stíněným USB kabelem. Znovu připojení ve většině případů pomůže.

Pro zjištění více informací otevřete SlitJaw program z příkazové řádky.

Jiný problém

Pokud narazíte na další problém, neuvedený v této příručce, je vhodné problém se pokusit co nejlépe popsat. Popisem se rozumí popsat co se neočekávaného stalo a jaké byly předchozí stavy. V jaké části problém nastal. Jestli systém byl kompletně zapnutý nebo ne.

V případě nalezení takového problému, prosím, problém nahlaste je jako bug do GitHub repozitáře. github.com/UniversalScientificTechnologies/SolarCoelostat/issues. Sem je vhodné zapisovat i nápady na vylepšení a úpravy. GitHub nabízí lepší správu úkolů než prostý email. **Proto je to preferovaná cesta** hlášení problému. Zároveň je to nejrychlejší forma.

Některé problémy lze také psát na emailovou adresu dvorakroman@ust.cz nebo na info@ust.cz.

Software

Na řídicím počítači je nainstalován operační systém Ubuntu 16.04.3 LTS. Software pro řízení dalekohledu je vyvíjen jako open-source. Zdrojové kódy je tedy možné najít na GitHubu github.com/UniversalScientificTechnologies/SolarCoelostat. Obslužný program využívá frameworku *AROM*, knihovny pro obsluhu I²C zařízení *PyMLAB* a třídu *axis* pro obsluhu chytrých budičů krokových motorů HBSTEP01B.