

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

LORRIS TOOLBOX
Sada nástrojů pro vývoj
a řízení robotů

Vojtěch Boček

Brno 2013

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 18. Informatika

LORRIS TOOLBOX

Sada nástrojů pro vývoj a řízení
robotů

Autor: Vojtěch Boček

Škola: SPŠ a VOŠ technická,
Sokolská 1 602 00 Brno

Konzultant: Jakub Streit

Brno 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně, použil jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) citované v práci a uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování práce je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Brně dne: 6.3.2013

podpis:

Poděkování

Děkuji Jakubu Streitovi za rady, obětavou pomoc, velkou trpělivost a podnětné připomínky poskytované během práce na tomto projektu, Martinu Vejnárovi za informace o programátoru Shupito, panu profesorovi Mgr. Miroslavu Burdovi za velkou pomoc s prací a v neposlední řadě Bc. Martinu Foučkovi za rady a pomoc při práci s Qt Frameworkem. Dále děkuji organizaci DDM Junior za poskytnutí podpory.

Tato práce byla vypracována za finanční podpory JMK a JCMM.



Jihomoravský kraj



Anotace

Tato práce popisuje sadu nástrojů pro vývoj a ovládání libovolného zařízení schopného komunikovat po sériové lince nebo TCP socketu.

Aplikace zastřešuje několik modulů. Každý modul je určen pro specifickou činnost – parsování a zobrazování dat, programování mikročipů atd.

Hlavním přínosem tohoto softwaru je, že výrazně urychluje, zpřehledňuje a zjednodušuje vývoj a testování aplikací pro mikročipy, typicky programování a řízení různých druhů robotů.

Klíčová slova: analýza dat, počítačový program, robot, grafické zobrazení, vývoj a testování aplikací

Annotation

This work describes a toolbox designed for developement and control of any device capable of connecting to serial port or TCP socket.

The application contains several modules. Each module is designed for one particular function – parsing and displaying data, programming microcontrollers etc.

Main asset of this software is quick, well arranged and simple development and testing of applications for microcontrollers – typically programming and controlling various kinds of robots.

Key words: data analysis, computer program, robot, graphical interface, developement and testing of applications

Obsah

Úvod	3
Požadavky na aplikaci	3
Existující programy	3
Porovnání aplikací	4
1 Popis rozhraní	5
1.1 Web a repozitář programu	5
1.2 Struktura aplikace	6
1.3 Sezení	8
1.4 Automatická aktualizace	8
2 Modul: Analyzér	10
2.1 Filtrování dat	13
2.2 Widget: číslo	14
2.3 Widget: sloupcový bar	16
2.4 Widget: barva	16
2.5 Widget: graf	17
2.6 Widget: script	18
2.7 Widget: kolo	20
2.8 Widget: plátno	20
2.9 Widget: tlačítko a slider	21
2.10 Widget: vstup	22
2.11 Widget: status	23
3 Modul: Proxy mezi sériovým portem a TCP socketem	25
4 Modul: Shupito	26
4.1 RS232 tunel	27
5 Modul: Terminál	28
6 Příklady použití	29
6.1 Testování barevného senzoru	29
6.2 Testování enkodérů	30
6.3 Ladění PID regulátoru	31
6.4 Vývoj robota pro soutěž Eurobot 2011	32

Závěr	35
PŘÍLOHA A: Reference k widgetu <i>script</i>	37
Základní script	37
Dostupné funkce	38
Vytvoření widgetu	39
Dostupné funkce widgetů	40
Widget číslo	41
Widget sloupcový bar	41
Widget barva	42
Widget graf	42
Widget vstup	43
Pár věcí na které je třeba myslet	46
PŘÍLOHA B: Knihovny třetích stran	47
PŘÍLOHA C: Licence	47
PŘÍLOHA D: Reference	48
PŘÍLOHA E: Seznam obrázků	52

Úvod

Při stavbě robotů na robotické soutěže jsem se setkal s problémem zpracovávání dat z poměrně velkého množství senzorů (několik ultrazvukových měřáků vzdálenosti, enkodéry, které měří ujetou vzdálenost, tlačítka hlídající náraz do mantinelu, ...), které robot obsahuje, a jejich přehledného zobrazování.

Požadavky na aplikaci

Od programu vyžaduji tyto vlastnosti:

1. Možnost zpracovávat data přicházející ze zařízení a přehledně je zobrazovat
2. Podpora co nejvíce formátů příchozích dat
3. Snadné a rychlé používání
4. Možnost běhu i na jiných systémech než je MS Windows
5. Co možná nejnížší cena
6. Snadná rozšiřitelnost (ideálně otevřený zdrojový kód)
7. Nezávislost na další aplikaci (např. MS Office Excel)

Existující programy

Aplikací, které mají podobné určení (tj. vyčítání dat ze sériového portu a jejich zobrazování), jsem našel pouze několik. K dispozici jsou buď komerční aplikace, které stojí poměrně velké množství peněz (a přesto nesplňují všechny požadavky), anebo aplikace, které dokáží zobrazovat data pouze v jednom formátu – typicky graf.

- **SerialChart**[1] je open-source program¹ pro parsování a zobrazování dat přicházející ze sériového portu. Je jednoduchý a přehledný, dokáže však zobrazovat pouze graf a nastavení je třeba ručně napsat.
- **WinWedge**[2] je komerční program který dokáže zpracovávat data přicházející sériovým portem a zobrazovat je jako graf v MS Excel nebo ve webové stránce. Dokáže také posílat příkazy zpět do zařízení, má však horší ovládání a užší možnosti použití (hlavně kvůli nutnosti použít další program pro zobrazování). Je dostupný pouze pro MS Windows a základní verze stojí \$ 259.
- **Advanced Serial Data Logger**[3] je zaměřený primárně na export dat ze sériové linky do souboru, data dokáže zobrazovat pouze přeposláním do jiné aplikace (např. MS Office Excel), podobně jako WinWedge.
- **StampPlot Pro**[4] dokáže zobrazovat příchozí data ve widgetech zvolených uživatelem, má však komplikované ovládání, nemá otevřený zdrojový kód, je dostupný pouze pro MS Windows a pod verzí 7 nefunguje.

Porovnání aplikací

Následující tabulka shrnuje funkce a vlastnosti jednotlivých programů. Číslování požadavků odpovídá seznamu v kapitole „Požadavky na aplikaci“.

Požadavky:	1	2	3	4	5	6	7
SerialChart	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
WinWedge	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Advanced Serial Data Logger	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
StampPlot Pro	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓

¹Program s otevřeným zdrojovým kódem

Z těchto důvodů jsem se rozhodl napsat vlastní aplikaci, která bude všechny výše uvedené požadavky splňovat.

1 Popis rozhraní

Svůj program jsem pojmenoval „Lorris“, je vytvořený v C++ a využívá Qt Framework[5], což je multiplatformní framework, který mimo jiné umožňuje spustit aplikaci na více operačních systémech – testoval jsem na Debian Linux[6] (Wheezy, 64bit) a Windows 7.

1.1 Web a repozitář programu

GIT² repozitář programu jsem vytvořil na serveru GitHub[7], který kromě hostingu repozitáře poskytuje i několik dalších služeb, mezi nimi i hosting webu projektu. Na webu, který jsem vytvořil, jsou odkazy ke stažení spustitelných souborů pro Windows, popis programu, video s představením programu (6 min.), ukázky z programu (screenshoty) a návod ke zkompilování pro MS Windows a Linux.

- Repozitář: <https://github.com/Tassadar/Lorris>
- Web (česká verze):
<http://tassadar.github.com/Lorris/cz/index.html>
- Web (anglická verze):
<http://tassadar.github.com/Lorris/index.html>
- Prezentace práce:
<http://www.sokolska.cz/soc-2012/bocek-vojtech-lorris-sada-nastroju-pro-robotiku/>

V repozitáři nadále probíhá aktivní vývoj.

² *GIT* – distribuovaný systém správy verzí

1.2 Struktura aplikace

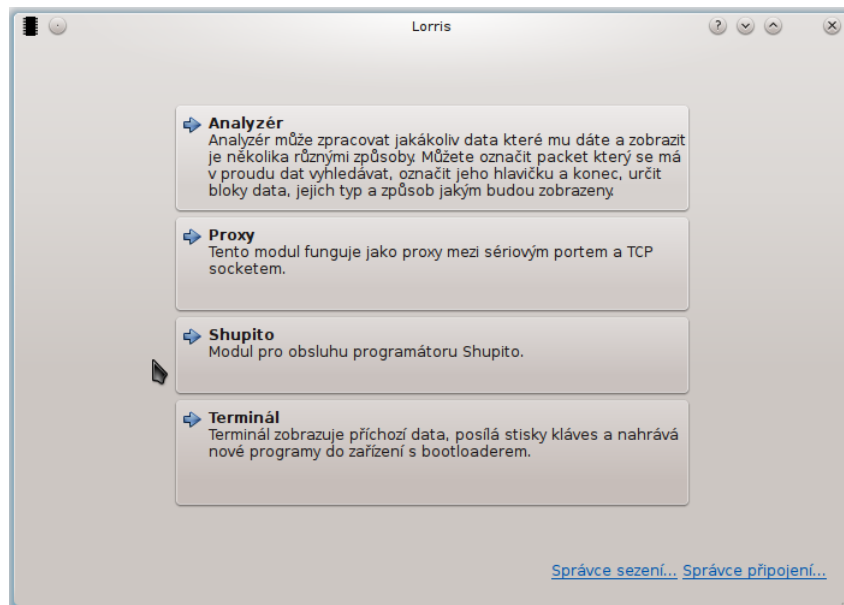
Program je navrhnutý jako modulární aplikace, aby mohl zastřešit několik samostatných částí, které však mají podobnou oblast použití. Základní část programu poskytuje připojení k zařízení (např. robot, deska s čipem) a ukládání nastavení aplikace, samotné zpracování dat probíhá v modulech, které jsou otevírány v panelech – podobně jako stránky ve webovém prohlížeči. Loris umí otevřít několik oken záraz a dokáže také rozdělit okno na několik částí, na obrázku 2 je nalevo modul analyzátor a napravo terminál.

Možnosti připojení k zařízení:

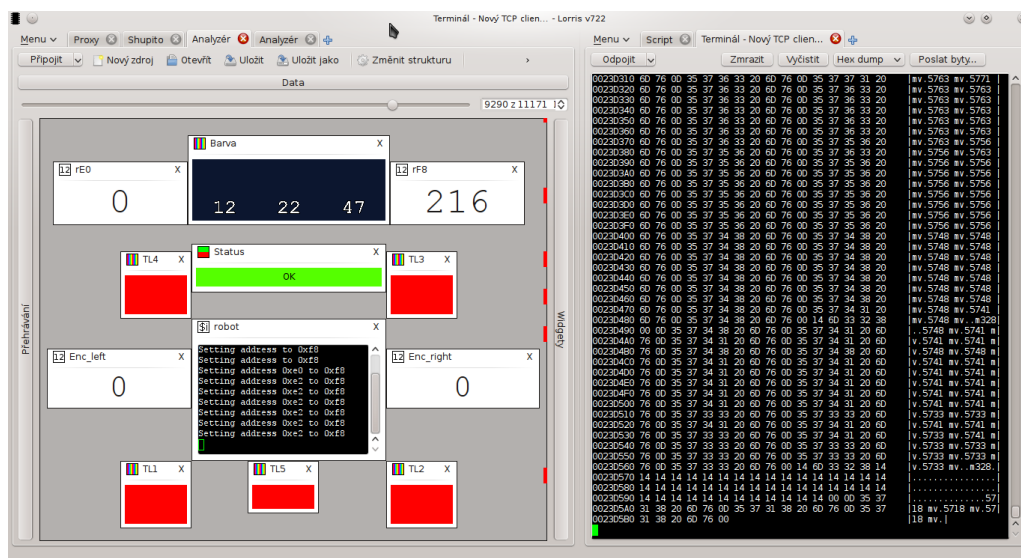
- Sériový port
- Shupito Tunel (virtuální sériový port, viz kapitola 4.1)
- TCP socket³
- Načtení dat ze souboru

Je možné mít připojeno více různých modulů na jedno zařízení.

³*Transmission Control Protocol* – připojení přes internet.



Obrázek 1: Dialog vytvoření panelu



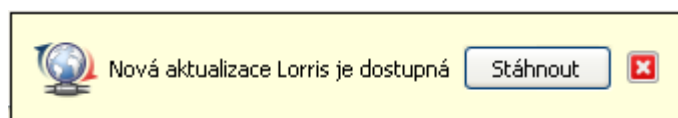
Obrázek 2: Ukázka rozdělení okna na více částí

1.3 Sezení

Lorris dokáže uložit vše, co má uživatel aktuálně otevřené (záložky, jejich uspořádání, informace o připojení, data jednotlivých záložek atd.), jako tzv. sezení (anglicky *session*). Sezení je možné později načíst a tímto se vrátit k předchozí práci. Lorris automaticky ukládá sezení před svým ukončením, takže když uživatel program znovu otevře, vše je ve stejném stavu jako když aplikaci opouštěl.

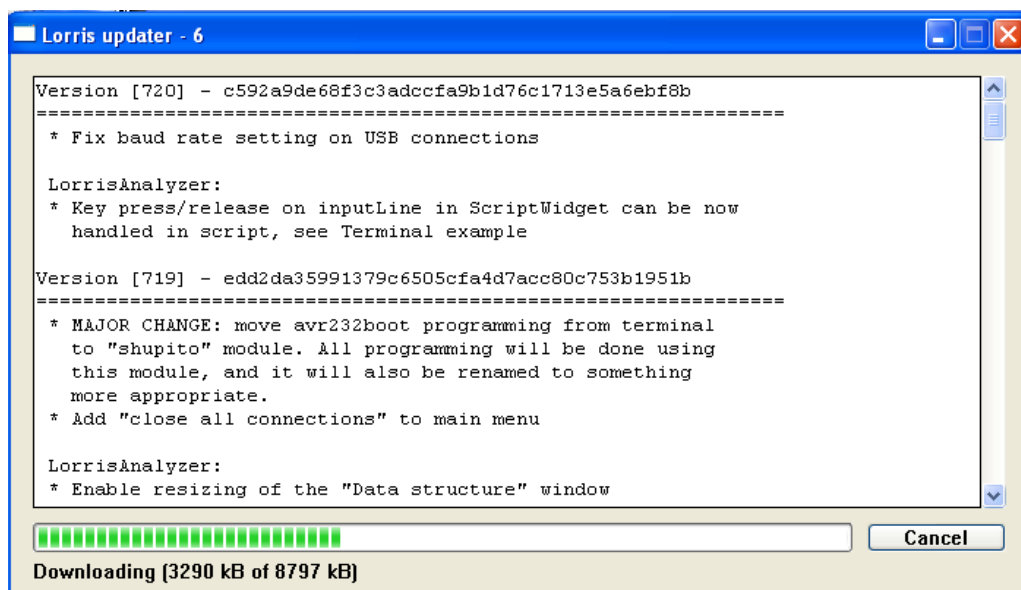
1.4 Automatická aktualizace

Lorris se pod Windows dokáže sama aktualizovat. Při spuštění kontroluje zda je dostupná nová verze a pokud ano, zobrazí uživateli malé upozornění:



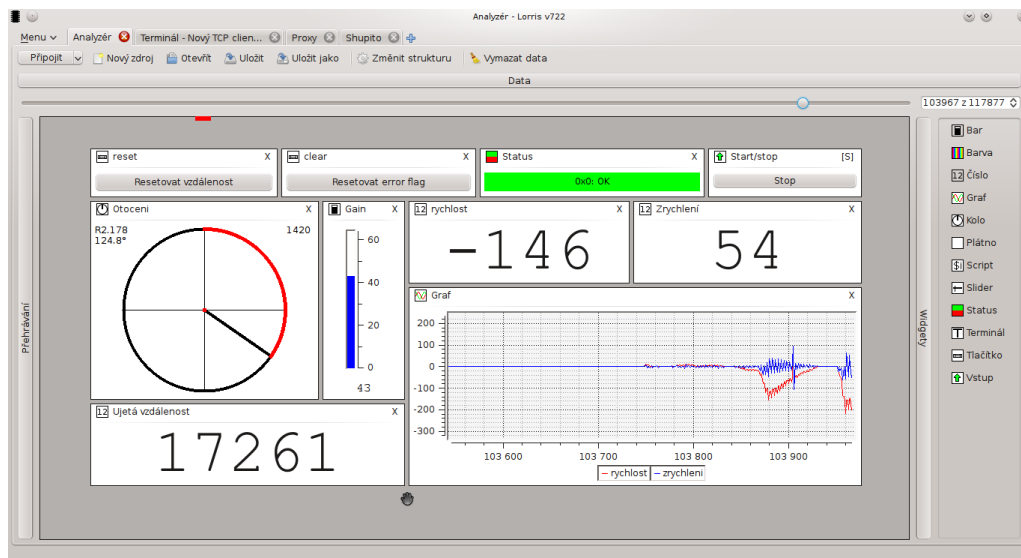
Obrázek 3: Upozornění o dostupné aktualizaci

V případě, že uživatel aktualizaci potvrdí, se Lorris ukončí a spustí se malý pomocný program, který stáhne novou verzi a nainstaluje ji. Zobrazuje při tom seznam změn oproti staré verzi.



Obrázek 4: Probíhající aktualizace

2 Modul: Analyzář



Obrázek 5: Modul analyzář

Tento modul parsuje data (strukturované do packetů) přicházející ze zařízení a zobrazuje je v grafických „widgetech“. Zpracovaná data si aplikace ukládá do paměti – listování packety je možné pomocí posuvníku a boxu v horní části okna. Data (přijátá data, struktura packetů a rozestavení a nastavení widgetů) je také možné uložit do souboru a později zase v programu otevřít.

Struktura dat se nastavuje v samostatném dialogu (viz obrázek 7), kde je možno nastavit délku packetu, jeho endianness⁴, přítomnost hlavičky a její obsah – statická data („start bajt“), délka packetu (pokud je proměnná), příkaz a ID zařízení. Podle příkazu a ID zařízení je možno později data filtrovat.

⁴Endianness – pořadí uložení bytů v paměti počítače

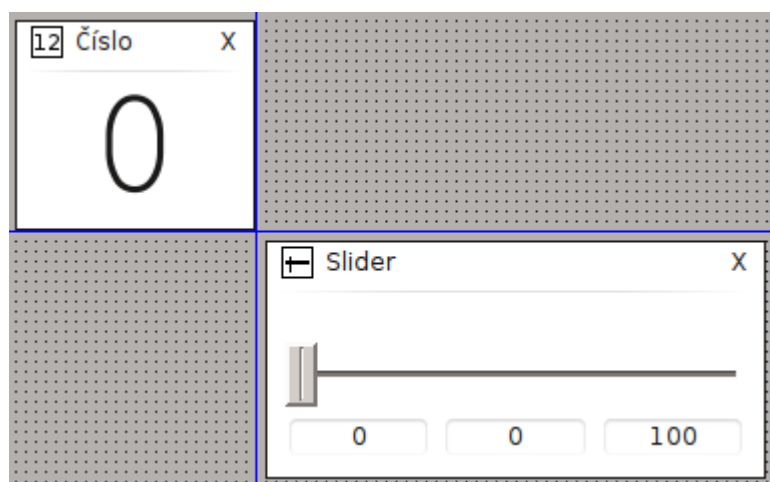
Po nastavení struktury se přijatá data začnou po packetech zobrazovat v horní části okna, a v pravé části se zobrazí sloupeček s dostupnými zobrazovacími widgety. Widgety se dají pomocí drag&drop principu „vytáhat“ na plochu v prostřední části okna. Data se k widgetu přiřadí taktéž pomocí drag&drop, tentokrát přetažení prvního bytu dat na widget.

Poté widget zobrazuje data tohoto bytu, nebo tento bajt bere jako první, pokud jsou data delší. Aby bylo možné zpětně poznat, který bajt je k widgetu přiřazen, je po najetí myši na widget červeně zvýrazněn.

Nastavení widgetu jsou přístupná v kontextovém menu po pravém kliknutí myši na widget. Nastavit lze jméno a další parametry podle typu widgetu – podrobněji jsou možnosti nastavení popsány u jednotlivých widgetů. Widgety je taktéž možné „uzamknout“, aby nebylo možné je zavřít, měnit jejich pozici a velikost.

Widgety je možné přesně rozmisťovat pomocí „přichytávání“ k síti anebo k ostatním widgetům pomocí zarovnávacích čar (viz obrázek 6). Lze je také jednoduše a rychle duplikovat – stačí přemístit widget se stisknutou klávesou control.

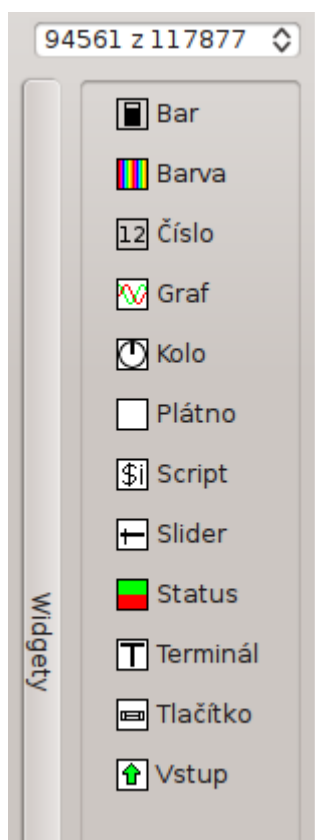
U některých widgetů se může hodit následující funkce: widgety je možné rychle zvětšit tak, aby zabraly celou viditelnou plochu pomocí gesta myši – stačí widget chytit jako při přesouvání a „zatřepat“ s ním zleva doprava. Při přesunutí se pak widget zmenší na svoji původní velikost.



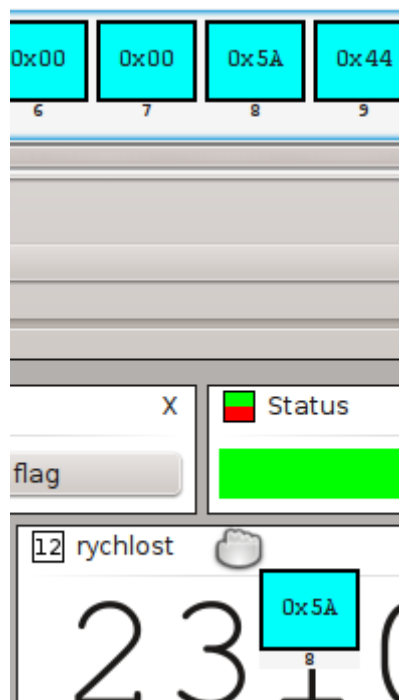
Obrázek 6: Zarovnávání widgetů pomocí sítě a čar



Obrázek 7: Dialog nastavení struktury dat



(a) Seznam widgetů

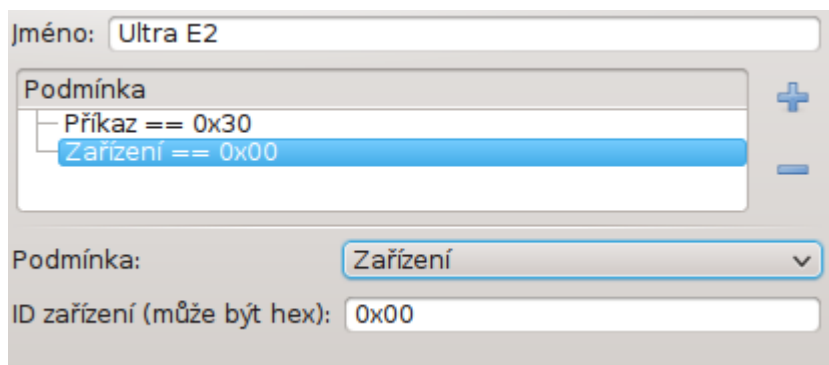


(b) Přiřazení dat pomocí drag&drop

Obrázek 8: Widgety

2.1 Filtrování dat

Analýzátor umí příchozí data filtrovat pomocí filtrů. Tyto filtry obsahují podmínky, podle kterých se určí, zda příchozí packet projde nebo ne.



Obrázek 9: Nastavení filtrů

Podmínka může kontrolovat buďto příkaz nebo zařízení z hlavičky packetu, hodnotu bajtu v packetu nebo může spustit jednoduchý uživatelský script. Díky scriptu je možné napsat takřka jakoukoliv podmínku pro filtrování.

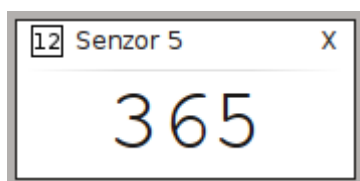
```

1 // Vrací true pokud má projít, false pokud ne
2 function dataPass(data, dev, cmd) {
3     return false;
4 }

```

Příklad 1: Script pro podmínku filtru

2.2 Widget: číslo



Obrázek 10: Widget: číslo

Tento widget dokáže zobrazovat celá čísla (se znaménkem i bez, 8 až 64

bitů dlouhé) a desetinná čísla (single-precision⁵, 32bit a 64bit).

Widget dále dokáže zarovnat číslo na maximální délku jeho datového typu a formátovat ho těmito způsoby:

- Desítkový – číslo v desítkové soustavě
- Desítkový s exponentem – použije exponent pro zapsání velkých čísel. Dostupné pouze pro desetinná čísla.
- Hexadecimální – výpis v šestnáctkové soustavě. Dostupné pouze pro přirozená čísla.
- Binární – zobrazí číslo ve dvojkové soustavě. Dostupné pouze pro přirozená čísla.

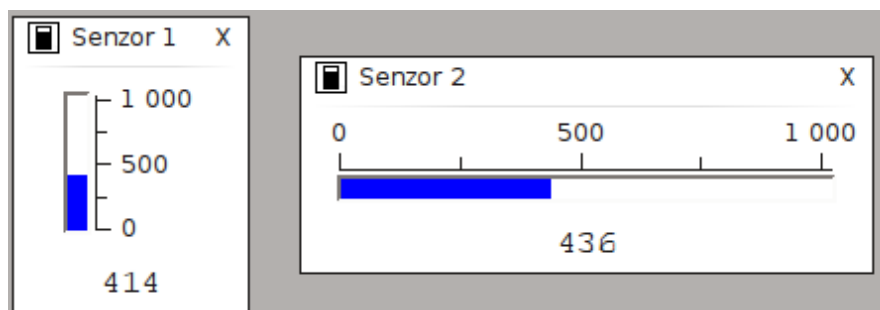
Další funkcí je přepočítávání hodnoty pomocí výrazu. Toto se hodí například u infračervených senzorů vzdálenosti, kdy se hodnota, kterou na senzoru naměří AD převodník, musí přepočítat pomocí určité rovnice abychom dostali hodnotu v centimetrech. Výraz může vypadat například takto:

$$2914/(\%n+5)-1$$

kde %n je zástupná sekvence pro číslo, které by se jinak ve widgetu zobrazilo. Tento výraz je pro přepočítání vzdálenosti na centimetry podle hodnoty přečtené z infračerveného senzoru vzdálenosti Sharp GP2Y0A41.

⁵Standartní formát uložení desetinných čísel v jazyku C a dalších (standart IEEE 754-2008).

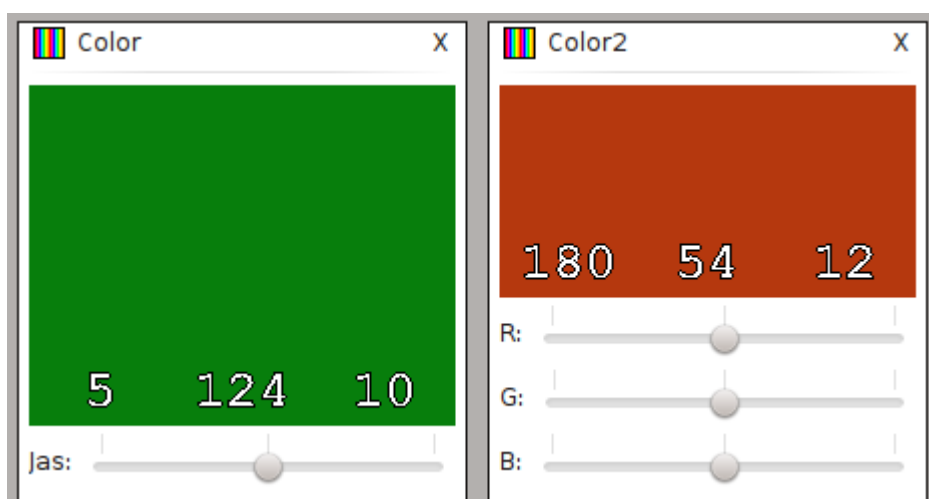
2.3 Widget: sloupcový bar



Obrázek 11: Widget: sloupcový bar

Widget zobrazuje hodnotu ve sloupcovém baru. Lze nastavit datový typ vstupních dat (stejně jako u čísla), orientaci (vertikální nebo horizontální) a rozmezí zobrazovaných hodnot. Stejně jako widget číslo také dokáže přepočítat hodnotu podle výrazu.

2.4 Widget: barva



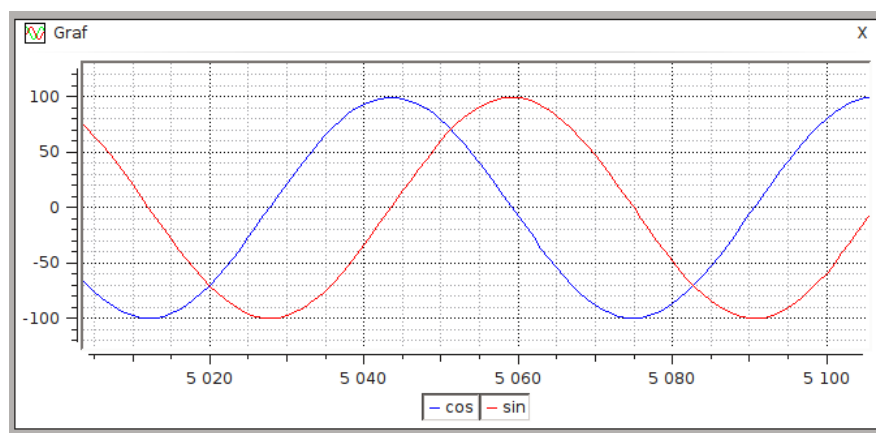
Obrázek 12: Widget: barva

Tento widget dokáže zobrazit přichozí hodnoty jako barevný obdélník. Podporované formáty:

- **RGB** (8b/kanál, 3x uint8)
- **RGB** (10b/kanál, 3x uint16)
- **RGB** (10b/kanál, 1x uint32)
- **Odstíny šedé** (8b/kanál, 1x uint8)
- **Odstíny šedé** (10b/kanál, 1x uint16)

Widget také dokáže provést korekci jasu všech barev zároveň nebo každé z barev RGB zvlášť.

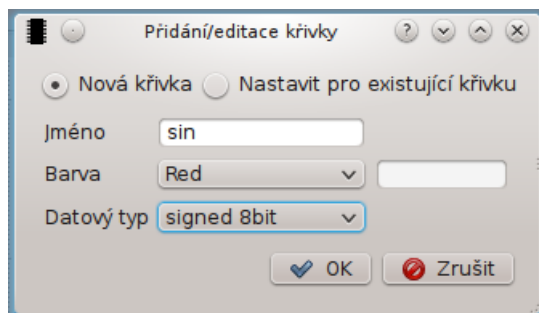
2.5 Widget: graf



Obrázek 13: Widget: graf

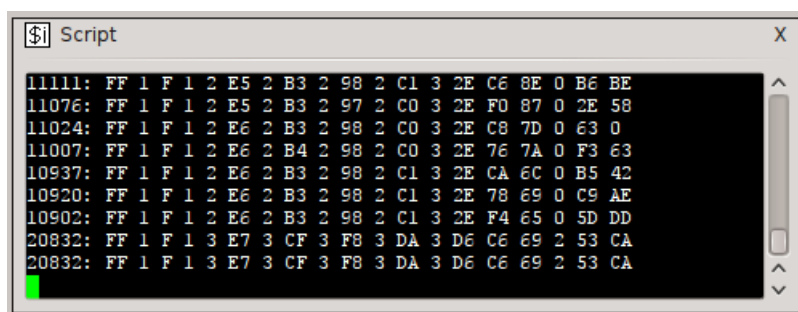
Widget graf zobrazuje hodnoty v grafu – na osu x se vynáší pořadí dat a na osu y hodnoty dat. Lze nastavovat jméno, barvu a datový typ křivky grafu, automatické posouvání grafu, velikost vzorku, měřítko os grafu a zobrazení legendy. Kliknutí na křivku grafu v legendě tuto křivku skryje.

Měřítka osy se ovládá otáčením kolečka myši po najetí kurzoru nad osu, po najetí do prostoru grafu se podobně ovládá měřítko celého grafu.



Obrázek 14: Dialog pro nastavení parametrů křivky grafu

2.6 Widget: script



Obrázek 15: Widget: script

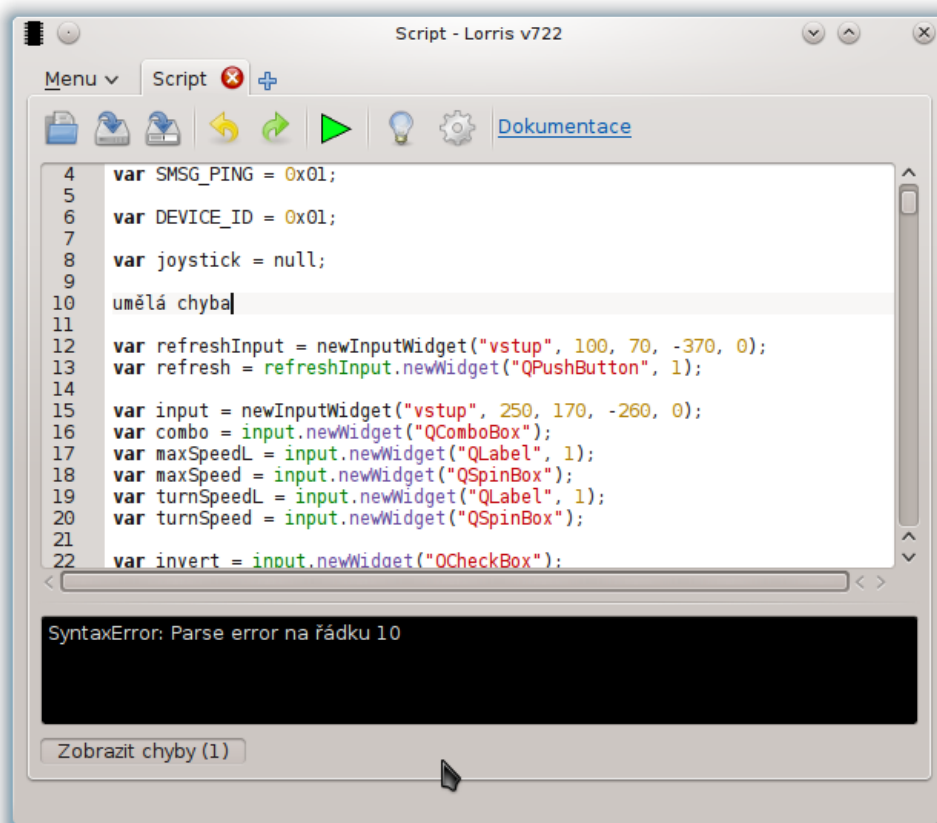
Tento widget umožňuje zpracovávání dat pomocí scriptu, který si napíše sám uživatel. Může při tom použít buďto Python nebo QtScript[8] (jazyk založený na standartu ECMAScript⁶, stejně jako JavaScript⁷, díky tomu jsou tyto jazyky velmi podobné). Script může zpracovávat příchozí data, reagovat na stisky kláves a posílat data do zařízení. Základní výstup může

⁶ *ECMAScript* – scriptovací jazyk standartu ECMA-262 a ISO/IEC 16262

⁷ *JavaScript* – objektově orientovaný skriptovací jazyk, používaný hlavně na webu

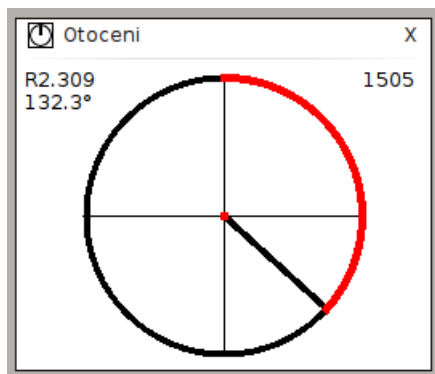
být zobrazen v terminálu (viz obrázek 15), je však možné využít ke zobrazování také ostatní widgety (číslo, bar, ...) – script si je vytvoří jako objekt a nastavuje do nich data. Reference k vestavěným funkcím, které lze použít ve scriptu, je v příloze A.

Editor scriptu má v sobě vestavěné ukázky kódu, například jak nastavit hodnotu existujícího widgetu *číslo*, jak odeslat data nebo jak reagovat na stisknutí klávesy (na obrázku 16 jsou skryté pod ikonkou žárovky). Je v něm také odkaz na automaticky generovanou dokumentaci, která je na adrese <http://technika.junior.cz/docs/Lorris/>.



Obrázek 16: Dialog pro nastavení zdrojového scriptu

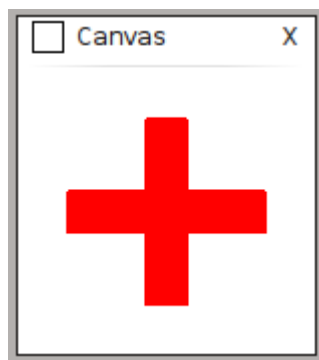
2.7 Widget: kolo



Obrázek 17: Widget: kolo

Widget kolo zobrazuje příchozí hodnotu jako úhel v kruhu, což se hodí například při zobrazování natočení kola robota. Dokáže zobrazit data přicházející jako úhel ve stupních, radiánech nebo jako číslo v určitém rozmezí (například enkodér s rozlišením 12 bitů vrací číslo od 0 do 4096).

2.8 Widget: plátno



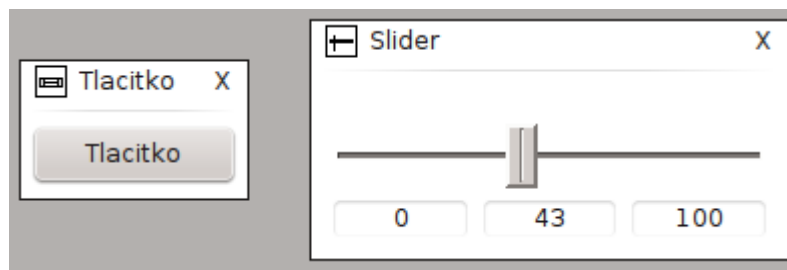
Obrázek 18: Widget: plátno

Plátno je widget který lze ovládat pouze ze scriptu a je určen ke kreslení 2D grafiky. Dokáže zobrazit čáry, obdélníky, kruhy a elipsy. V následujícím příkladu je kód pro nakreslení červeného kříže uprosřed widgetu.

```
1 Canvas.setLineColor("red");
2 Canvas.setFillColor("red");
3 // x, y, sirka, vyska
4 Canvas.drawRect(55, 10, 20, 110);
5 Canvas.drawRect(10, 55, 110, 20);
```

Příklad 2: Ovládání widgetu plátno

2.9 Widget: tlačítko a slider



Obrázek 19: Widgety tlačítko a slider

Tyto dva widgety pouze umožňují interakci se scriptem – po stisknutí tlačítka se zavolá metoda ve scriptu, ve které může uživatel například poslat příkaz do robota, při posunutí slideru se ve scriptu zavolá metoda, ve které může uživatel například změnit rychlost robota a podobně. Tlačítko lze nastavit klávesovou zkratku a slideru zkratku pro „zaostření“, aby ho uživatel poté mohl posouvat pomocí šipek na klávesnici.

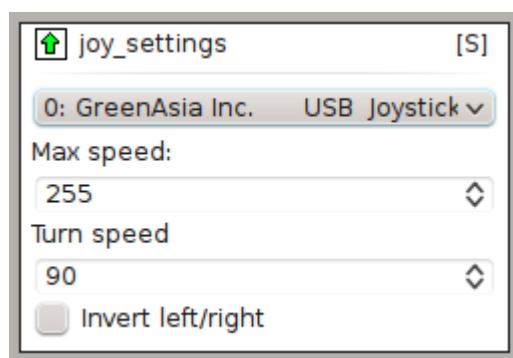
```

1 function Slider_valueChanged() {
2     appendTerm("Hodnota slideru " + Slider.getValue() + "\n");
3 }
4
5 function Tlacitko_clicked() {
6     appendTerm("Tlacitko stisknuto\n");
7 }

```

Příklad 3: Metody volané widgety *slider* a *tlačítko*

2.10 Widget: vstup



Obrázek 20: Widget *vstup* s nastavením joysticku

Tento widget je také určený k interakci se scriptem (tj. vstupu uživatele), přičemž script také určuje prvky rozhraní – widget je v základu prázdný a až script do něj přidá například tlačítka nebo textové pole. Tento widget je mírně složitější na obsluhu, ale lze díky němu použít všechny prvky UI, které Qt Framework obsahuje – tlačítka, posuvníky, textová pole, vysouvací seznamy a podobně. V příkladu 4 je script pro vytvoření prvků jako v obrázku 20.

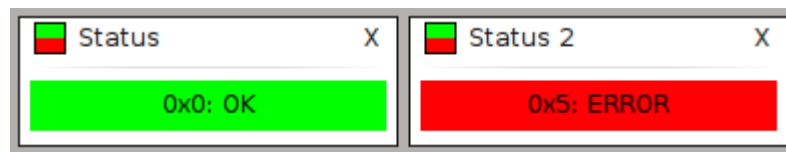
```

1 // parametry: jmeno Qt widgetu, "stretch" hodnota
2 var joyList = joy_settings.newWidget("QComboBox");
3 var maxSpdLabel = joy_settings.newWidget("QLabel", 1);
4 var maxSpd = joy_settings.newWidget("QSpinBox");
5 var turnSpdLabel = joy_settings.newWidget("QLabel", 1);
6 var turnSpd = joy_settings.newWidget("QSpinBox");
7 var invert = input.newWidget("QCheckBox");
8
9 // Nastaveni textu do QLabel
10 maxSpdLabel.text = "Max speed:";

```

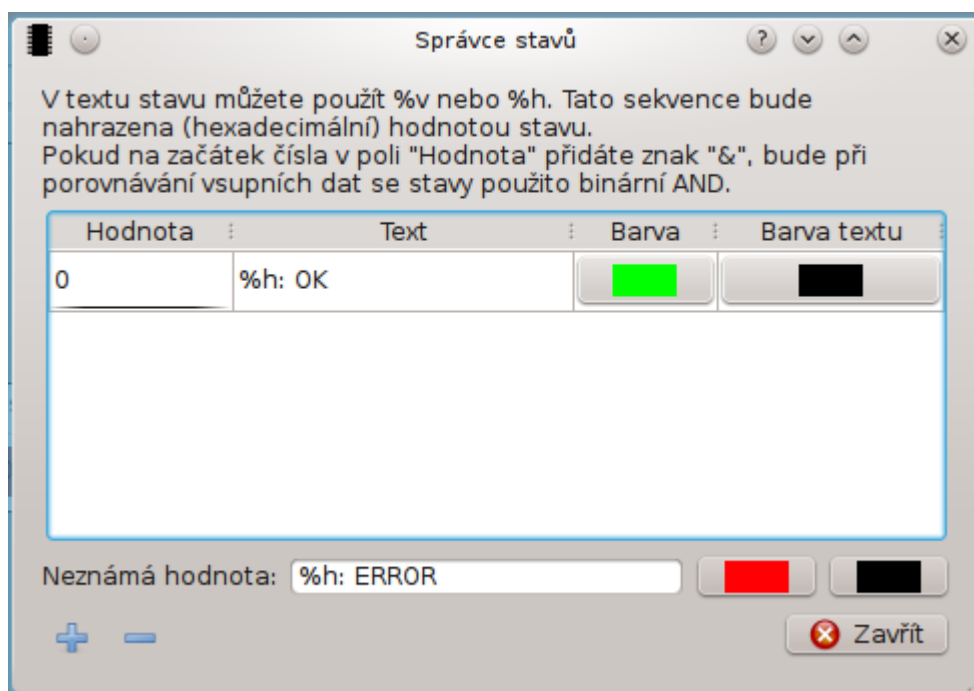
Příklad 4: Přidání prvků do widgetu *vstup*

2.11 Widget: status



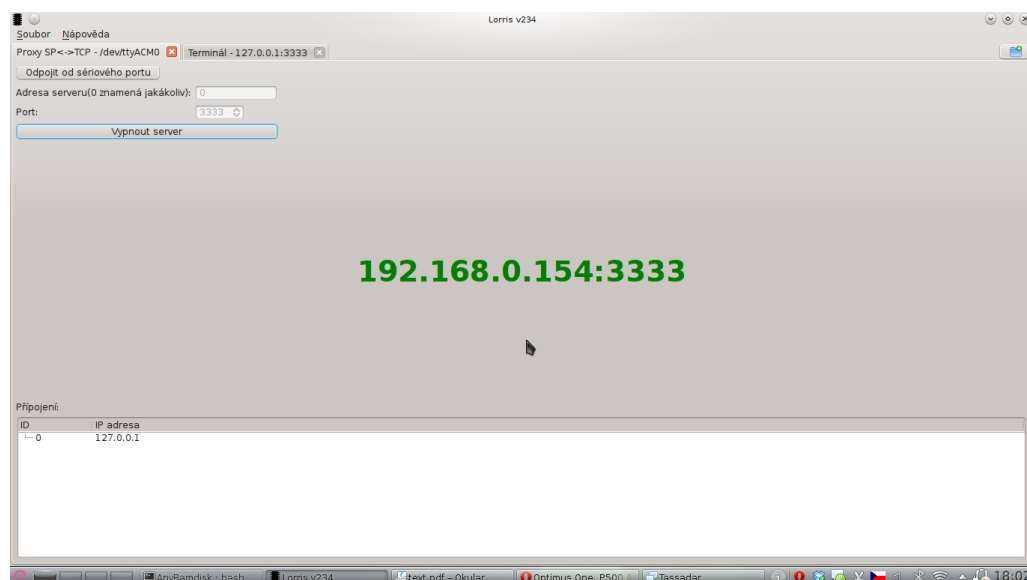
Obrázek 21: Widget status

Widget status je určený k zobrazování stavu například tlačítka (stisknuté/nestisknuté) nebo chybového stavu z enkodéru (0 = vše je v pořádku, ostatní čísla je možné dohledat v datasheetu enkodéru). Uživatel k příchozím hodnotám přiřadí jednotlivé stavy (text a barvu, viz obrázek 22) a widget je poté zobrazuje. Lze nastavit i „neznámou hodnotu“, která se zobrazí pokud žádný z nadefinovaných stavů neodpovídá příchozí hodnotě.



Obrázek 22: Nastavení stavů

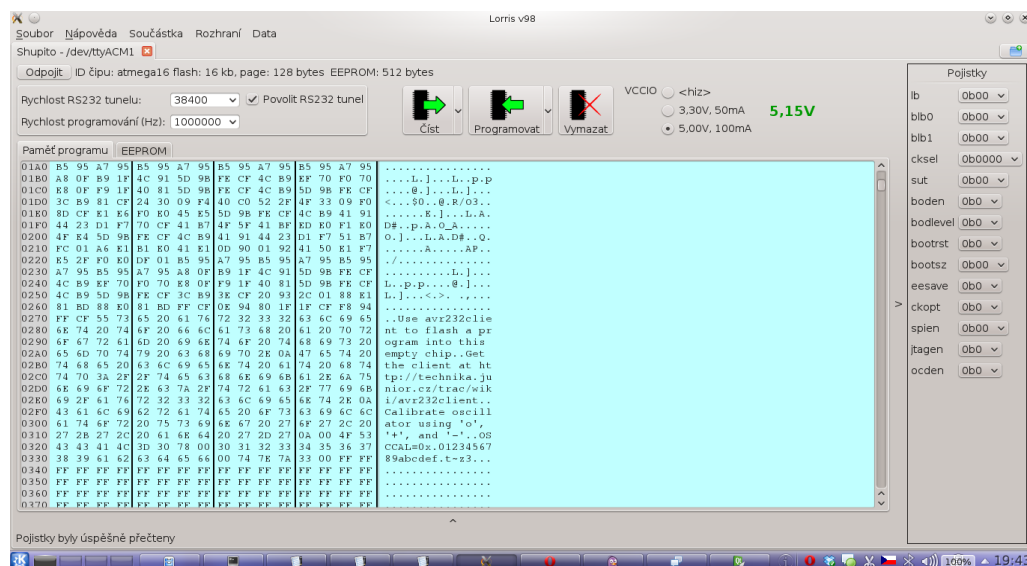
3 Modul: Proxy mezi sériovým portem a TCP socketem



Obrázek 23: Proxy mezi sériovým portem a TCP socketem

Jednoduchá proxy mezi sériovým portem a TCP socketem. Vytvoří server, na který je možné se připojit z Lorris nebo jiného programu na jiném počítači. Po připojení se přeposílají data ze sériového portu připojeným klientům a naopak.

4 Modul: Shupito



Obrázek 24: Modul Shupito

Shupito je programátor mikročipů vytvořený Martinem Vejnárem, který dokáže programovat mikrokontroléry pomocí ISP⁸, PDI⁹ a JTAG¹⁰ rozhraní.

Modul v mojí práci dokáže obsluhovat programátor Shupito – nastavovat výstupní napětí, číst a programovat paměť čipů (flash i EEPROM) a číst a měnit pojistky. Jako výstupní i vstupní data používá soubory ve formátu Intel HEX32¹¹. Způsob komunikace s programátorem je přenesen z oficiálního ovládacího programu[9], který je však na rozdíl od Lorris dostupný pouze pro MS Windows.

⁸*In-system programming* – rozhraní, které umožňuje programovat čipy bez dalšího zařízení přímo v desce plošného spoje.

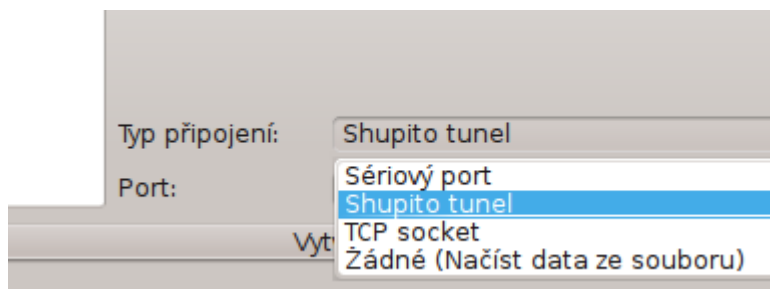
⁹*Program and Debug Interface* – rozhraní firmy Atmel umožňující programování čipů přímo na desce, podobně jako ISP

¹⁰*Joint Test Action Group* – rozhraní podle standartu IEEE 1149.1 umožňující mimo jiné programování a debugování čipů

¹¹*Intel HEX32* – formát souborů obsahující paměť čipu

4.1 RS232 tunel

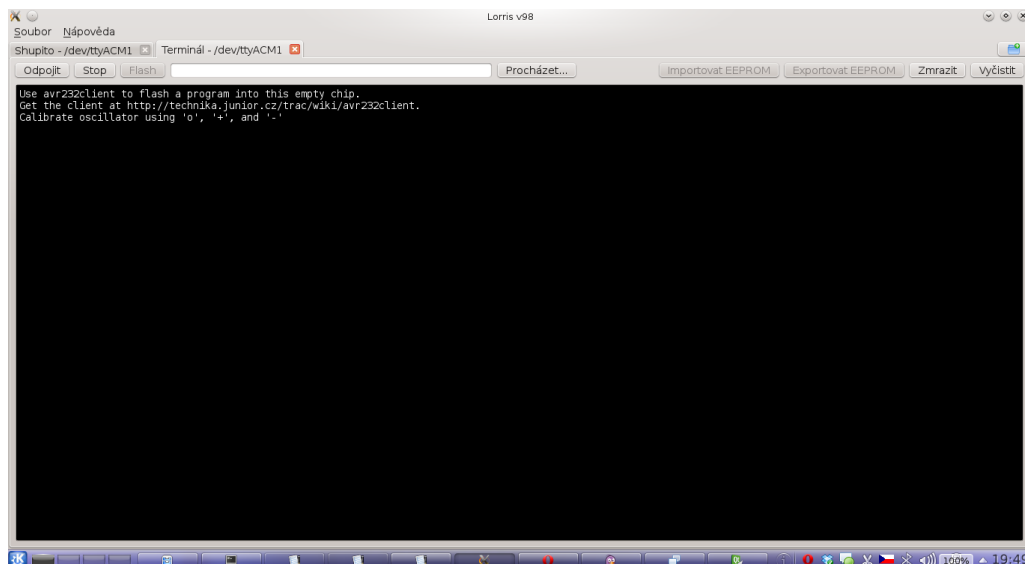
Shupito dokáže vytvořit tunel¹² pro RS232 linku z programovaného čipu do počítače. Lorris umí této funkci využít – aktivní tunel se zobrazí jako další typ připojení a je možné se na něj připojit v ostatních modulech.



Obrázek 25: Možnost Shupito Tunel v dialogu připojení k zařízení

¹²Přímé spojení programovaného čipu a počítače přes programátor.

5 Modul: Terminál



Obrázek 26: Modul terminál

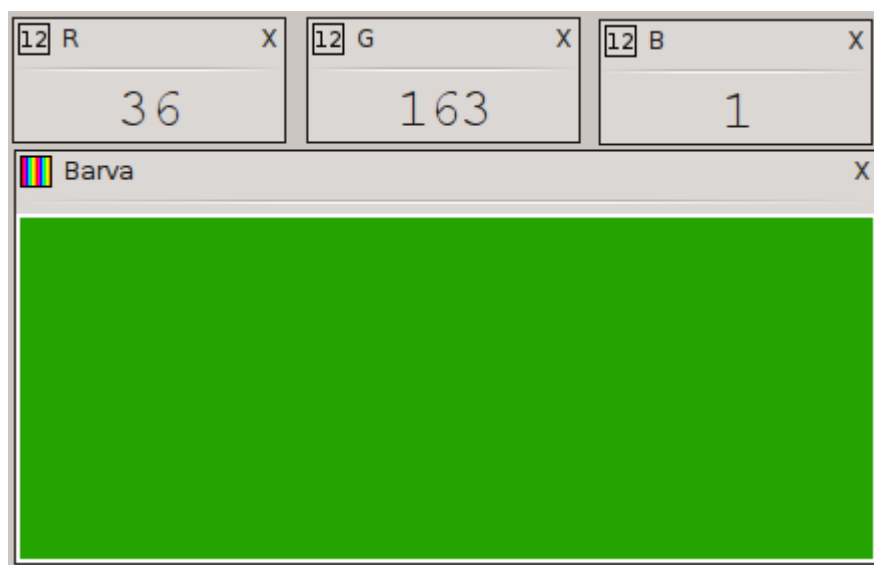
Klasický terminál – zobrazuje data přijatá přes sériový port a posílá stisky kláves. Je obohacený o podporu bootloaderu pro mikrokontroléry AVR ATmega (bootloader byl taktéž napsaný Martinem Vejnardem), který umožňuje jejich programování přes RS232 linku. Informace o protokolu bootloaderu jsem získal z oficiálního programu určeného k programování přes tento bootloader, avr232client.

6 Příklady použití

6.1 Testování barevného senzoru

Situace: Stavím robota do soutěže (Eurobot, RobotChallenge, ...), ve které je možné se na herním poli orientovat podle barvy. Chci barevný senzor otestovat, proto jsem na nepájivém poli postavil jednoduchý obvod s čipem, na který je senzor připojený. Čip bude dávat senzoru pokyny k měření a vyčítat z něj RGB hodnoty, které následně pošle do RS232 linky.

Řešení: Program, který bude ze senzoru číst hodnoty naprogramuji do čipu pomocí programátoru Shupito, který také poskytne tunel pro RS232 linku. Na tento tunel se připojím modulem Analyzér, ve kterém díky widgetu „barva“ mohu vidět barvu, kterou senzor rozpoznal.

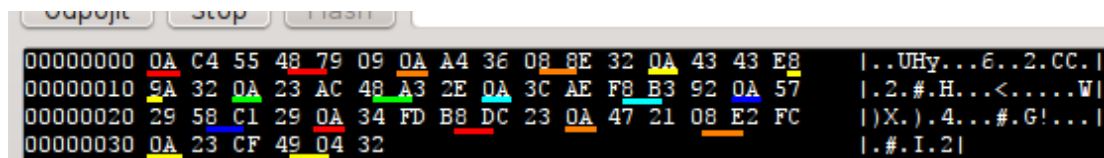


Obrázek 27: Barva v modulu Analyzér

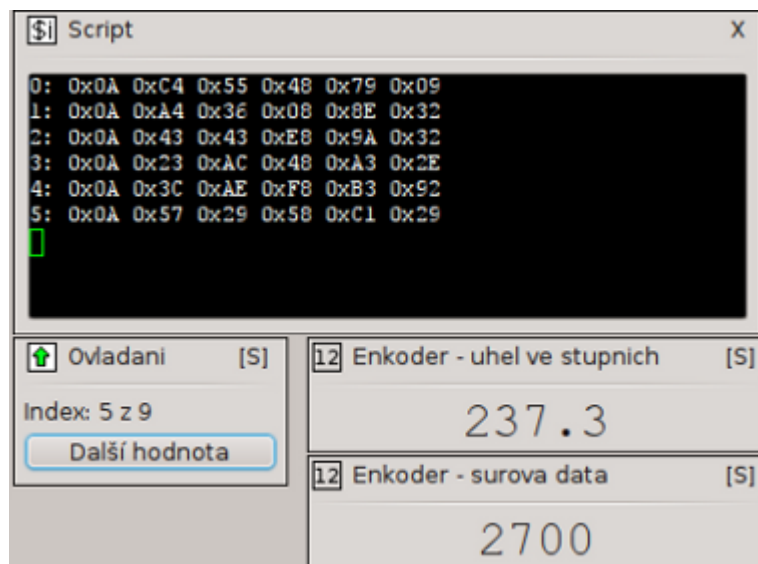
6.2 Testování enkodérů

Situace: Potřebuji otestovat přesnost magnetických enkodérů, které však odesílají data o úhlu natočení rozdělené v několika bajtech v takovém formátu, který znemožňuje použití např. terminálu.

Řešení: Nechci za tímto účelem stavět a programovat novou desku s dalším mikročipem, připojím tedy enkodér k počítači. V Lorrise otevřu modul analyzátor a ve widgetu „script“ napíši jednoduchý script, který složí úhel do jednoho čísla a zobrazí ho ve widgetu „číslo“.



Obrázek 28: Surová data z enkodérů s vyznačenými bajty, které obsahují úhel natočení



Obrázek 29: Data z enkodérů zpracovaná analyzérem

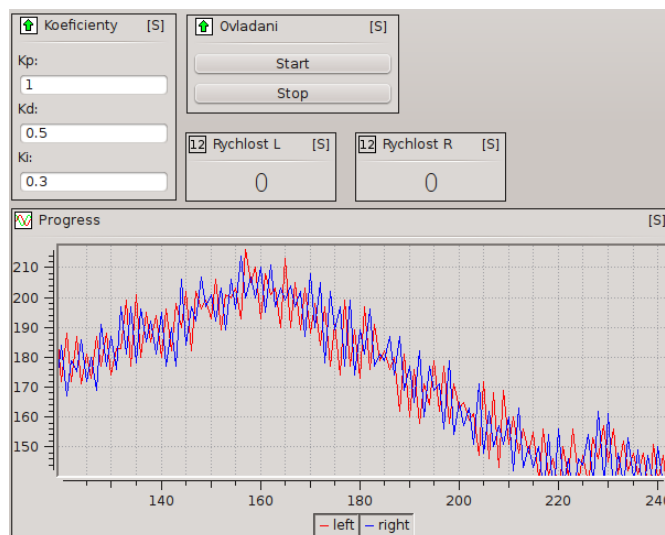
6.3 Ladění PID regulátoru

Situace: Robot kvůli rozdílnému výkonu motorů nejede rovně. Tento problém jsem se rozhodl řešit pomocí PID regulátoru, pro jehož správnou funkci je potřeba nastavit několik konstant.

Řešení: Program v robotovi mi posílá aktuální výkon motorů a nastavení konstant PID regulátoru a umožňuje přenastavení těchto konstant a ovládání robota. Tento program do robota nahrávám přes bluetooth pomocí modulu Terminál, protože čip má v sobě bootloader – díky tomu nemusím mít připojený programátor.

V modulu analyzátor si zobrazím aktuální hodnoty PID regulátoru (jako číslo) a výkon motorů (jako graf či číslo). Do widgetu script napíši jednoduchý script, který po stisku kláves změní nastavení konstant regulátoru nebo rozjede/zastaví robota.

Tento postup jsem použil při ladění PID regulátoru robota 3pi[10] během přípravy na soutěž *Line Follower Standard*, která je součástí Robotického dne 2012[11].

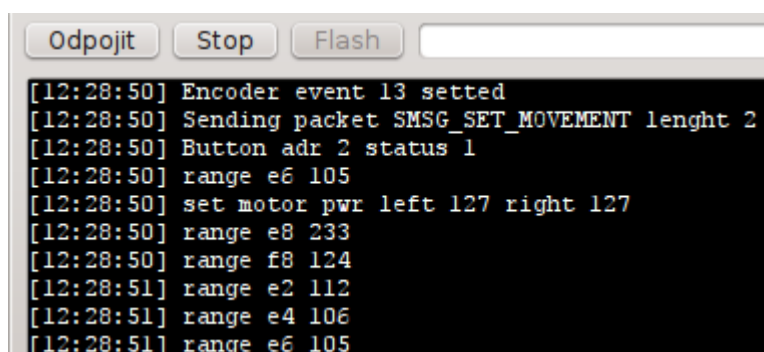


Obrázek 30: Ladění PID regulátoru

6.4 Vývoj robota pro soutěž Eurobot 2011

V minulém roce jsem se zúčastnil soutěže Eurobot[12]. Cíl soutěže je každý rok jiný, v minulém ročníku bylo cílem hrát něco jako zjednodušené šachy. Herní hřiště bylo rozděleno na barevnou šachovnici a leželi na něm „pěšci“ (žluté disky), které měli roboti posouvat na políčka svojí barvy, případně z nich stavět věže. Vyhrával robot s největším počtem bodů, které získával za pěšce na polích svojí barvy a postavené věže. Roboti navíc musí mít vyřešenou detekci soupeře, aby do sebe nenaráželi (např. pomocí ultrazvukových měřičů vzdálenosti). Kompletní pravidla, výsledková listina a další informace jsou na webu ročníku 2011[13].

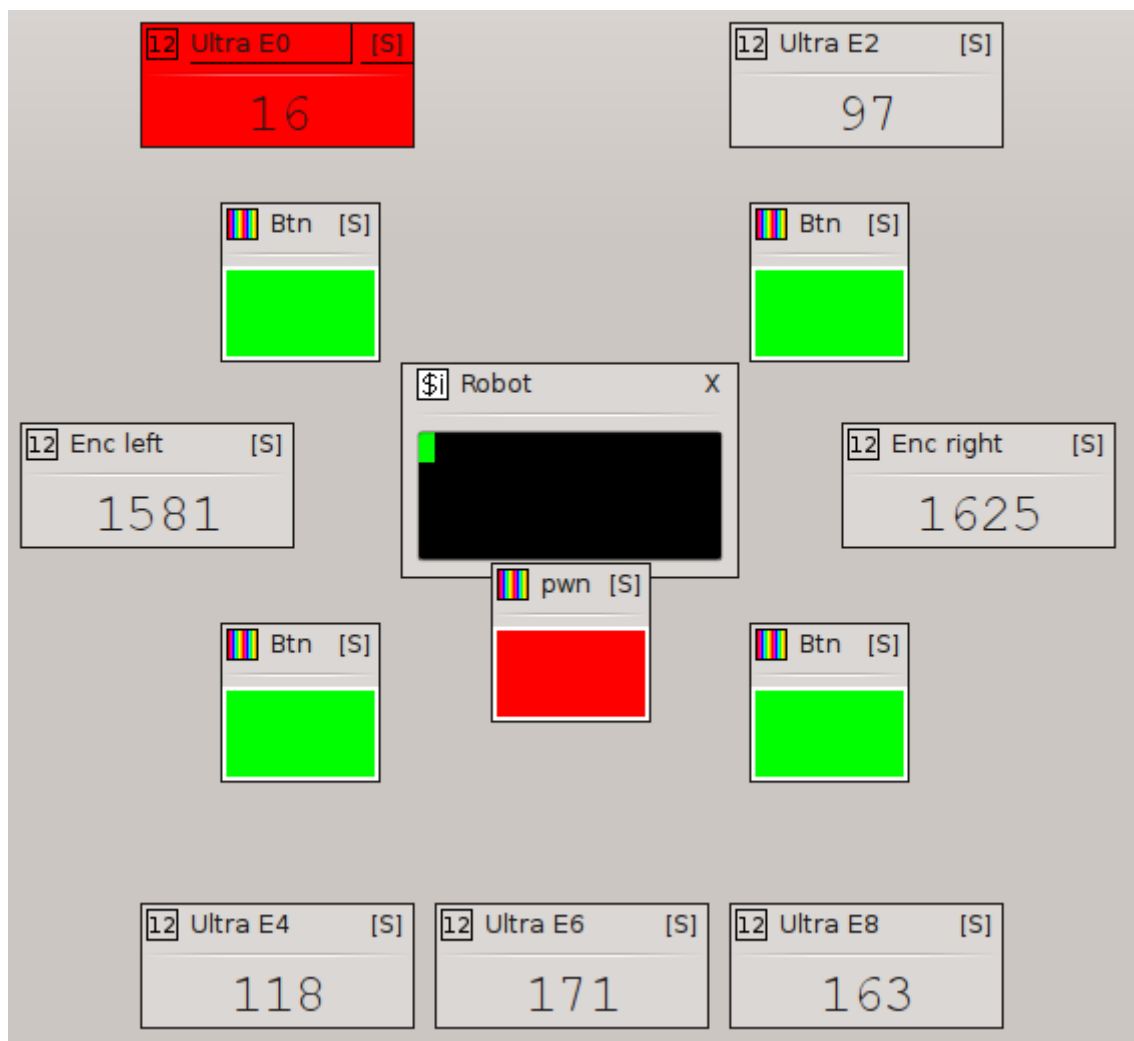
Robot našeho týmu byl poměrně jednoduchý, přesto však obsahoval 5 ultrazvukových měřáků vzdálenosti, dva enkodéry a 5 tlačítek (detekce nárazu na mantinel a pěšce, kterého mohl robot převážet). Tyto senzory produkují poměrně značné množství dat, které se v terminálu zobrazuje nepřehledně.



```
[12:28:50] Encoder event 13 setted
[12:28:50] Sending packet MSG_SET_MOVEMENT lenght 2
[12:28:50] Button adr 2 status 1
[12:28:50] range e6 105
[12:28:50] set motor pwr left 127 right 127
[12:28:50] range e8 233
[12:28:50] range f8 124
[12:28:51] range e2 112
[12:28:51] range e4 106
[12:28:51] range e6 105
```

Obrázek 31: Data z robota v terminálu

Zkušenost s programováním a laděním robota byla jedním z hlavních důvodů pro výběr zvoleného tématu práce. S použitím programu Lorris by se mohla tato data zobrazovat například takto:



Obrázek 32: Simulovaná data v analyzáru

Všechny widgety jsou rozmístěné stejně jako na robotovi – 2 ultrazvuky měří vzdálenost vpředu, 3 vzadu; tlačítka pro detekci mantinelu jsou na každém rohu, tlačítko uvnitř robota ověřuje, zda robot nabral pěšce a enkodéry na obou kolech měří ujetou vzdálenost.

Widget *script* s názvem „Robot“ uprostřed reprezentuje tělo robota. Widgety *číslo* s názvy „Ultra E0...8“ ukazují vzdálenost z ultrazvukových měřáků. Ve widgetu „Ultra E0“ je vzdálenost menší než 25 cm, což je hra-

niční vzdálenost, po které se robot zastaví, aby nevrazil do soupeře – aby widget na tuto skutečnost upozornil, má červené pozadí.

Widgety *barva* s názvy „btn“ jsou tlačítka značící náraz do mantinelu a „pwn“ je tlačítko, které se stiskne, pokud je v robotovi pěšec. Tlačítko, které má zelenou barvu, není stisklé, tlačítko s červenou barvou stisklé je.

Poslední widgety *číslo* s názvy „Enc left“ a „Enc right“ vypisují ujetou vzdálenost z enkodérů pravého a levého kola.



Obrázek 33: Náš robot *David* skončil na 4. místě v celostátním kole soutěže Eurobot 2011

Závěr

Vytvořená aplikace splňuje všechny stanovené požadavky:

- ✓ 1. Možnost zpracovávat data přicházející ze zařízení a přehledně je zobrazovat
- ✓ 2. Podpora co nejvíce formátů příchozích dat
- ✓ 3. Snadné a rychlé používání
- ✓ 4. Možnost běhu i na jiných systémech než je MS Windows
- ✓ 5. Co možná nejnížší cena – program je dostupný zdarma
- ✓ 6. Snadná rozšiřitelnost (ideálně otevřený zdrojový kód)
- ✓ 7. Nezávislost na další aplikaci (např. MS Office Excel)

Program navíc výrazně přesáhl původní cíle – mimo zobrazování dat dokáže posílat data i zpět do zařízení, programovat mikročipy a vytvořit proxy mezi sériovým portem a TCP socketem. Ve srovnání s nalezenými programy s podobným zaměřením (viz úvod) je také jediný, který umožňuje uživateli napsat vlastní script pro parsování dat.

Přestože se jedná o zcela nový software, byl již použit při testování barevného senzoru, ladění PID regulátoru pro robota na sledování čáry a je používán pro ovládání programátoru Shupito. Další možnosti použití jsou uvedeny v kapitole 6.

Aplikace je nadále vyvíjena, mohu prakticky donekonečna přidávat buďto další typy widgetů do modulu Analyzér (například kompas, směrový kříž, ...) nebo celé nové moduly (například ovládání robota pomocí joysticku). Program má v současné době (19.4.2012) asi 15 a půl tisíce řádků kódu (bez knihoven třetích stran). Zdrojové kódy a instruktážní video jsou přiloženy na CD.


```
tassadar@tass-ntb:~/Lorris$ cloc src
166 text files.
166 unique files.
18 files ignored.

http://cloc.sourceforge.net v 1.55 T=1.0 s (148.0 files/s, 23142.0 lines/s)
-----
Language          files      blank      comment      code
-----
C++                73        2857        1800        11997
C/C++ Header       75        1147        1663         3678
-----
SUM:              148        4004        3463        15675
-----
```

Obrázek 34: Počet řádků spočítaný programem CLOC[14]

Kromě přidávání dalších vlastností do tohoto programu bych v budoucnu rád vytvořil podobný program (hlavně vlastnosti modulu Analyzář) pro přenosná zařízení (chytrý mobilní telefon či tablet), protože pro tato zařízení žádná taková aplikace v současné době neexistuje a chtěl bych vyzkoušet programování pro tyto platformy (zejména pro Google Android[15]).

PŘÍLOHA A:

Reference k widgetu *script*

Widget *script* umožňuje parsování dat pomocí scriptu, který se píše v Qt-Scriptu, který je založený na standartu ECMAScript, na kterém je založený JavaScript. Jazyk je hodně podobný JavaScriptu a většinou můžete použít jeho referenci. Tento text předpokládá alespoň základní znalost JavaScriptu nebo podobného programovacího jazyku.

- <http://en.wikipedia.org/wiki/ECMAScript>
- <https://qt-project.org/doc/qt-4.8/scripting.html>
- <http://www.w3schools.com/jsref/default.asp> – JS reference

Základní script

Script by měl obsahovat následující dvě funkce (ale nemusí, pokud je nepoužívá):

```
1 function onDataChanged(data, dev, cmd, index) {  
2     return "";  
3 }  
4  
5 function onKeyPress(key) {  
6  
7 }
```

Listing 1: Základní script

`onDataChanged(data, dev, cmd, index)` je volána při změně pozice v datech (tj. když přijdou nová data nebo uživatel pohne posuvníkem historie). Může vrátit `string`, který se přidá do terminálu.

- `data` – pole s `Integery` obsahující příchozí data

- **dev** – **Integer** s ID zařízení (může být definováno v hlavičce packetu – pokud není, **dev** se rovná -1)
- **cmd** – **Integer** s ID příkazu (může být definováno v hlavičce packetu – pokud není, **cmd** se rovná -1)
- **index** – **Integer** s indexem packetu v příchozích datech.

`onKeyPress(key)` je volána po stisku klávesy v terminálu. Tato funkce by neměla vracet nic.

- **key** – **String** se stisknutou klávesou

Dostupné funkce

Jsou dostupné základní javascriptové knihovny (**Math**, **Date**, ...) a samotná Lorris poskytuje další rozšiřující funkce.

- `appendTerm(string)` – přidá do terminálu text.

```
1 function onKeyPress(key) {
2     appendTerm(key); // vypise _key_ do terminalu
3 }
```

Listing 2: Vypsání stisknutých kláves do terminálu

- `clearTerm()` – vyčistí terminál.

```
1 function onKeyPress(key) {
2     if(key == "c")
3         clearTerm(); // vycisti terminal
4     else
5         appendTerm(key); // vypise _key_ do terminalu
6 }
```

Listing 3: Vypsání stisknutých kláves do terminálu a jeho vyčištění po stisku klávesy C

- `sendData(pole Integerů)` – pošle data do zařízení

```
1 function onKeyPress(key) {
2     sendData(new Array(key.charCodeAt(0)));
3 }
```

Listing 4: Poslání ASCII kódu stisknuté klávesy

- `newXXXXWidget()` – tato funkce potřebuje o něco obsáhlejší popis, který je v následující kapitole

Vytvoření widgetu

Script může vytvořit všechny ostatní typy widgetů a posílat do nich data. Samotných funkcí je několik, každá vytvoří jiný typ widgetu:

- `newNumberWidget(...)` – vytvoří widget *číslo*
- `newBarWidget(...)` – vytvoří widget *sloupcový bar*
- `newColorWidget(...)` – vytvoří widget *barva*
- `newGraphWidget(...)` – vytvoří widget *graf*
- `newInputWidget(...)` – vytvoří widget *vtup* (dostupný pouze ze scriptu)

Všechny tyto funkce mají stejné parametry a vrací object widgetu.

```
newXXXXWidget("jméno");
newXXXXWidget("jméno", šířka, výška);
newXXXXWidget("jméno", šířka, výška, Xoffset, Yoffset);
```

- **jméno** – **String**, jméno widgetu, zobrazí se v titulku
- **šířka** – **Integer**, šířka widgetu v pixelech. Může být 0, poté se zvolí minimální velikost.

- **výška** – **Integer**, výška widgetu v pixelech. Může být 0, poté se zvolí minimální velikost.
- **Xoffset** – **Integer**, vodorovná vzdálenost v pixelech od levého horního rohu mateřského ScriptWidgetu. Může být 0, widget se poté vytvoří v levém horním rohu aktuálně viditelné plochy.
- **Yoffset** – **Integer**, svislá vzdálenost v pixelech od levého horního rohu mateřského ScriptWidgetu. Může být 0, widget se poté vytvoří v levém horním rohu aktuálně viditelné plochy.

```

1 var cislo = newNumberWidget("rychlost", 200, 100, -250, 0);
2
3 function onDataChanged(data, dev, cmd, index) {
4     cislo.setValue(data[0]);
5     return "";
6 }

```

Příklad 5: Vytvoření widgetu *číslo* a nastavení jeho hodnoty z příchozích dat

Dostupné funkce widgetů

Objekt widgetu je podtřídou třídy z Qt Frameworku QWidget – díky tomu může používat jeho vlastnosti a sloty. Popis vlastností najdete v Qt referenci¹³ v kapitole „Properties“ a ve scriptu se používají takto:

```

1 var cislo = newNumberWidget("rychlost", 200, 100, -250, 0);
2 cislo.width = 40; // nastaveni sirky widgetu

```

Listing 5: Vytvoření widgetu *číslo* a nastavení vlastnosti „width“

¹³<http://qt-project.org/doc/qt-4.7/qwidget.html#propertySection>

Popis slotů je také v Qt referenci, tentokrát pod kapitolou „Public slots“. Používají se jako metody:

```
1 var cislo = newNumberWidget("rychlost", 200, 100, -250, 0);
2 cislo.setDisabled(true); // znemožnění interakce s widgetem
```

Listing 6: Vytvoření widgetu *číslo* a použití slotu

Kromě těchto zděděných vlastností a funkcí má každý typ widgetu své vlastní.

Widget číslo

- `setValue(Integer nebo double)` – Nastaví hodnotu widgetu

```
1 var cislo = newNumberWidget("test cislo", 200, 100, -250, 0);
2 cislo.setValue(40);
3 ...
4 cislo.setValue(3.14);
```

Listing 7: Nastavení hodnoty widgetu *číslo*

Widget sloupcový bar

- `setValue(Integer)` – Nastaví hodnotu widgetu
- `setRange(Integer min, Integer max)` – Nastaví minimální a maximální hodnotu widgetu
- `rotationSelected(Integer)` – Nastaví rotaci sloupce. 0 pro svislou, 1 pro vodorovnou

```

1 var bar = newBarWidget("test bar");
2 bar.setRange(0, 100); // rozmezi hodnot 0 az 100
3 bar.setValue(45); // nastaveni hodnoty na 45
4 bar.rotationSelected(1); // otoceni na vodorovno

```

Listing 8: Nastavení hodnot widgetu *sloupcový bar*

Widget barva

- `setValue(Integer r, Integer g, Integer b)` – Nastaví barvu z hodnot RGB (každá 0 až 255)
- `setValue(String barva)` – Nastaví barvu z hex hodnoty jako v HTML (např. `#FF0000` pro červenou)

```

1 var bar = newColorWidget("test barva");
2 bar.setValue(255, 255, 0);
3 ...
4 bar.setValue("#00FF00");

```

Listing 9: Nastavení hodnot widgetu *barva*

Widget graf

Tento widget se od ostatních poměrně výrazně liší – je třeba nejdříve vytvořit křivku až té nastavovat hodnoty. Funkce samotného widgetu graf jsou tyto:

- `addCurve(String jméno, String barva)` – Vytvoří a vrátí novou křivku. `barva` může být buďto html název (např. `red`, `blue`) nebo HTML hex zápis (např. `#FF0000`)
- `setAxisScale(bool proX, double min, double max)` – Nastaví měřítko os. `proX` je **true** pokud nastavujete měřítko osy *x*

- `updateVisibleArea()` – Přesune pohled na nejvyšší hodnotu osy x

`addCurve(String jméno, String barva)` vrátí křivku, která má tyto funkce:

- `addPoint(Integer index, double hodnota)` – Vloží bod křivky. `index` určuje pořadí bodů (bod s indexem 0 bude vždy před bodem s indexem 50, i když bude vložen až po něm). Pokud bod se stejným indexem už existuje, je jeho hodnota změněna
- `clear()` – Smaže všechny body křivky

```

1 var graf = newGraphWidget("graf", 400, 250, -420, 0);
2 graf.setAxisScale(false, -105, 105); // meritko osy y
3 graf.setAxisScale(true, 0, 200); // meritko osy x
4
5 // vytvoreni krivky sin
6 var sin = graf.addCurve("sin", "blue");
7
8 // pridani bodu do krivky sin
9 var sinVal = 0;
10 for(var i = 0; i < 500; ++i)
11 {
12     sin.addPoint(i, Math.sin(sinVal)*100);
13     sinVal += 0.1;
14 }
15 // presunuti na posledni hodnotu krivky
16 graf.updateVisibleArea();

```

Listing 10: Zobrazení křivky funkce sinus ve widgetu *graf*

Widget vstup

Tento widget lze vytvořit pouze ze scriptu a umí zobrazit a ovládat většinu Qt widgetů¹⁴, například tlačítko (`QPushButton`), zaškrtnávací políčko (`QCheckBox`)

¹⁴<http://qt-project.org/doc/qt-4.7/widgets-and-layouts.html>

či textové políčko (QLineEdit). Dokumentace k těmto widgetům je v Qt referenci, opět můžete používat vlastnosti („Properties“) a funkce („Public slots“).

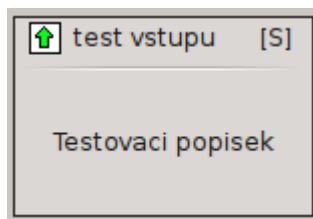
Funkce widgetu *vstup*:

- `newWidget(String jméno, Integer roztahování = 0)` – Vytvoří a vrátí nový QWidget. `jméno` musí být jméno třídy widgetu, například QPushButton, QCheckBox nebo QLineEdit. `roztahování` značí jak moc se bude widget roztahovat oproti ostatním.

```
1 var vstup = newInputWidget("test vstupu", 150, 100, -160, 0);
2 var label = vstup.newWidget("QLabel", 1);
3
4 // zarovnani textu na stred.
5 // 0x0080 a 0x0004 jsou konstanty Qt Frameworku
6 // Qt::AlignHCenter a Qt::AlignVCenter
7 label.alignment = 0x0080 | 0x0004;
8
9 // nastaveni textu
10 label.text = "Testovací popisek";
```

Listing 11: Widget *vstup* – vytvoření QLabel

Widget vytvořený tímto příkladem vypadá takto:

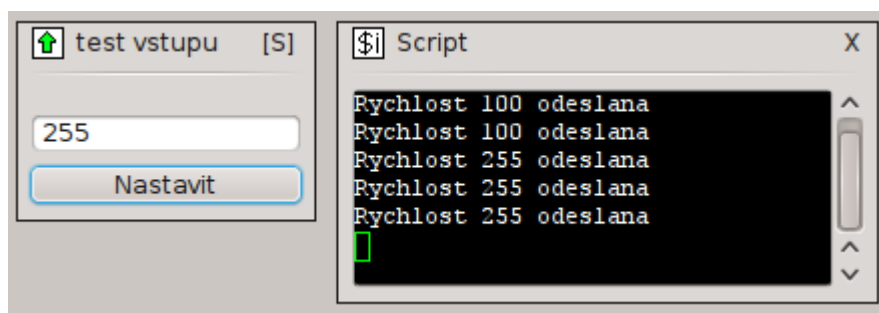


Obrázek 35: Widget *vstup* – vytvoření QLabel

QtScript podporuje i využití principu signálů a slotů, díky tomu lze ve scriptu reagovat například na stisknutí tlačítka.

```
1 var vstup = newInputWidget("test vstupu", 150, 100, -160, 0);
2
3 var rychlost = vstup.newWidget("QLineEdit");
4 rychlost.text = "100";
5
6 var btn = vstup.newWidget("QPushButton", 1);
7 btn.text = "Nastavit";
8
9 function posliRychlost()
10 {
11     var speed = parseInt(rychlost.text);
12     sendData(new Array(speed));
13     appendTerm("Rychlost " + speed + " odeslana\n");
14 }
15 // Pripojeni signalu "clicked" na slot posliRychlost()
16 btn.clicked.connect(posliRychlost);
```

Listing 12: Widget *vstup* – tlačítko



Obrázek 36: Widget *vstup* – tlačítko

Pár věcí, na které je třeba při programování myslet

- Widgety vytvořené ze scriptu se neukládají do datového souboru – po načtení se vytvoří znovu, bez dat.
- Stav proměnných ve scriptu se zatím neukládá do souboru.
- Po stisknutí „Ok“ nebo „Použít“ v dialogu nastavení scriptu se script načte znovu – staré widgety se smažou a vytvoří nové, bez dat.
- Jazyk nemá žádné pojistky proti „špatnému“ kódu – pokud ve scriptu bude nekonečná smyčka, Loris prostě zamrzne

PŘÍLOHA B:

Knihovny třetích stran

- **Qwt**[16] je knihovna pro Qt Framework obsahující tzv. widgety pro aplikace technického charakteru – grafy, sloupcové ukazatele, kompas a podobně. Ve svojí práci zatím z této knihovny používám pouze graf (v modulu analyzáru).
- **QExtSerialPort**[17] poskytuje připojení k sériovému portu a také dokáže vypsat seznam nalezených portů v počítači.
- **QHexEdit2**[18] je hex editor použitý v modulu programátoru Shupito na zobrazování obsahu paměti. V této knihovně jsem upravoval několik málo drobností, týkajících se především vzhledu.

PŘÍLOHA C:

Licence

Lorris je dostupný pod licencí GNU GPLv3[19], licence použitých programů a knihoven jsou následující:

- **Qt Framework** je distribuován pod licencí GNU LGPLv2.1[20]
- **Qwt** je distribuováno pod Qwt license[21], která je založená na GNU LGPLv2.1
- **QExtSerialPort** je distribuován pod The New BSD License[22]
- **QHexEdit2** je distribuován pod licencí GNU LGPLv2.1
- **avr232client** je distribuován pod licencí Boost Software License v1.0[23]

Všechny tyto licence umožňují svobodné používání a šíření kódu.

PŘÍLOHA D:

Reference

- [1] *SerialChart* – Analyse and chart serial data from RS-232 COM ports
<http://code.google.com/p/serialchart/>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [2] *WinWedge* – RS232 data collection software
<http://www.taltech.com/products/winwedge/>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [3] *Advanced Serial Data Logger*
<http://www.aggsoft.com/serial-data-logger.htm>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [4] *StampPlot Pro* – Graphical Data Acquisition and Control
<http://www.selmaware.com/stampplot/index.htm>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [5] *Qt* – Cross-platform application and UI framework
<http://qt.nokia.com/>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [6] *Debian Linux* – The Universal Operating System
<http://www.debian.org/>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [7] *GitHub* – Social Coding
<https://github.com>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [8] *Making Applications Scriptable*
<http://qt-project.org/doc/qt-4.8/scripting.html>
(Stav ke dni 13.3.2012)

- [9] *avr232client*
<http://technika.junior.cz/trac/wiki/avr232client>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [10] *Pololu 3pi Robot*
<http://www.pololu.com/catalog/product/975>
(Stav ke dni 18.4.2012)
- [11] *Robotický den 2012*
<http://www.roboticday.org/cz/>
(Stav ke dni 18.4.2012)
- [12] *Eurobot*
<http://www.eurobot.cz/>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [13] *Eurobot 2011*
<http://www.eurobot.cz/eurobot2011.php>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [14] *CLOC – Count Lines of Code*
<http://cloc.sourceforge.net/>
(Stav ke dni 8.3.2012)
- [15] *Google Android – Operační systém pro chytré telefony*
<http://www.android.com/>
(Stav ke dni 8.3.2012)
- [16] *Qwt – Qt Widgets for Technical Applications*
<http://qwt.sourceforge.net/>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [17] *QExtSerialPort – Qt interface class for old fashioned serial ports*
<http://code.google.com/p/qextserialport/>
(Stav ke dni 6.3.2012)

- [18] *QHexEdit2* – Binary Editor for Qt
<http://code.google.com/p/qhexedit2/>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [19] *GNU General Public License v3*
<http://gplv3.fsf.org/>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [20] *GNU Lesser General Public License v2.1*
<http://www.gnu.org/licenses/lgpl-2.1.html>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [21] *Qwt license*
<http://qwt.sourceforge.net/qwtlicense.html>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [22] *The New BSD License*
<http://www.opensource.org/licenses/bsd-license.php>
(Stav ke dni 6.3.2012)
- [23] *The Boost Software License*
<http://www.boost.org/users/license.html>
(Stav ke dni 6.3.2012)

PŘÍLOHA E:

Seznam obrázků

1	Dialog vytvoření panelu	7
2	Ukázka rozdělení okna na více částí	7
3	Upozornění o dostupné aktualizaci	8
4	Probíhající aktualizace	9
5	Modul analyzér	10
6	Zarovnávání widgetů pomocí sítě a čar	12
7	Dialog nastavení struktury dat	12
8	Widgety	13
9	Nastavení filtrů	14
10	Widget: číslo	14
11	Widget: sloupcový bar	16
12	Widget: barva	16
13	Widget: graf	17
14	Dialog pro nastavení parametrů křivky grafu	18
15	Widget: script	18
16	Dialog pro nastavení zdrojového scriptu	19
17	Widget: kolo	20
18	Widget: plátno	20
19	Widgety tlačítko a slider	21
20	Widget <i>vstup</i> s nastavením joysticku	22
21	Widget status	23
22	Nastavení stavů	24
23	Proxy mezi sériovým portem a TCP socketem	25
24	Modul Shupito	26
25	Možnost Shupito Tunel v dialogu připojení k zařízení	27
26	Modul terminál	28
27	Barva v modulu Analyzér	29

28	Surová data z enkodérů s vyznačenými bajty, které obsahují úhel natočení	30
29	Data z enkodérů zpracovaná analyzérem	30
30	Ladění PID regulátoru	31
31	Data z robota v terminálu	32
32	Simulovaná data v analyzáru	33
33	Náš robot <i>David</i> skončil na 4. místě v celostátním kole sou- těže Eurobot 2011	34
34	Počet řádků spočítaný programem CLOC[14]	36
35	Widget <i>vstup</i> – vytvoření QLabel	44
36	Widget <i>vstup</i> – tlačítko	45