

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: 10. Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Modulární stavba soutěžních robotů

Tomáš Rohlínek

Brno 2020

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

MODULÁRNÍ STAVBA SOUTĚŽNÍCH ROBOTŮ

MODULAR CONSTRUCTION OF ROBOTS

AUTOR	Tomáš Rohlínek
ŠKOLA	Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola Brno, Sokolská, příspěvková organizace
KRAJ	Jihomoravský
ŠKOLITEL	mgr. Miroslav Burda
OBOR	10. Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Brno 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že svou práci na téma *Modulární stavba soutěžních robotů* jsem vypracoval/a samostatně pod vedením mgr. Miroslava Burdy a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Dále prohlašuji, že tištěná i elektronická verze práce SOČ jsou shodné a nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Brně dne: _____

Tomáš Rohlínek

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu mgr. Miroslavu Burdovi za pomoc, podnětné připomínky a hlavně nekonečnou trpělivost.

Anotace

Cílem této práce je vytvořit sadu univerzálních senzorů pro soutěžní roboty, přičemž jejich instalace, využívání a případná tvorba nových, byla co uživatelsky nejpřívětivější.

Klíčová slova

robotika; senzory; komunikace; modulární konstrukce

Annotation

The goal of this work is to create a pack of sensors for competitive robots, while their installation, usage and creation, is as user friendly, as possible.

Keywords

robotics; sensors; communication; modular construction

Obsah

Úvod	8
1 Běžně používané sběrnice	9
1.1 I ² C	9
1.2 UART	10
1.2.1 RS-232	11
1.2.2 RS-485	11
1.3 SPI	11
1.4 1-Wire	12
1.5 Nesběrníková komunikace	12
2 Běžně používané senzory na soutěžních robotech	13
2.1 Senzory vzdálenosti	14
2.1.1 Ultrazvukové senzory	14
2.1.2 IR senzory	15
2.1.3 Lidar/Radar/Sonar	15
2.2 Senzory barvy	16
2.2.1 Black-white senzory	16
2.2.2 RGB senzory	16
2.2.3 Kamery	17
2.3 Pohybové senzory	17
2.3.1 Akcelerometry	18
2.3.2 Gyroskopy	18
2.3.3 Enkodéry	18

2.3.4	Kompasy	19
2.4	Komplexní polohové senzory	19
3	Volba parametrů	20
3.1	Sběrnice	20
3.2	Protokol	20
3.3	Zpracované senzory	20
3.4	Procesory	21
4	Janus protocol	23
4.1	Základní specifikace	23
5	Slovo Romana	24
5.1	Plovoucí objekty	25
5.2	Bibliografie	26
5.2.1	Užitečné odkazy	27
5.3	Symboly, zkratky, slovníček	28
5.4	Moudra závěrem	28
6	Slovo Jarka	30
6.1	Hlavní výstup vaší roční činnosti	30
6.2	Kde čerpat inspiraci	31
6.3	Prezentace	32
7	Ještě slovo Lucie	33
	Závěr	34
	Literatura	36
	Seznam obrázků	37
	Seznam tabulek	38
	Seznam rovnic	39

Úvod

V poslední době se robotické soutěže těší čím dále většímu zájmu jak veřejnosti, tak konstruktérů. Senzory dosahují různé kvality a používají různé komunikační protokoly a sběrnice, což může být problém pro začínající konstruktéry, kteří se kvůli tomuto zmatku starat o věci jako duplicitní adresy na sběrnici, kolizi dvou knihoven řídících jednu sběrnici a hardwarové problémy dané sběrnice. Cílem této práce je těmto začínajícím konstruktérům poskytnout nástroj, který většinu problémů se sensorikou vyřeší za ně, pro pokročilejší konstruktéry pak nabízí úsporu času, nemusí již senzory, které se neustále opakují stavět, zapojovat a programovat pokaždé znova, ale dostanou do rukou téměř plug-n-play řešení.

Kapitola 1

Běžně používané sběrnice

V oboru amatérské stavby robotů se v praxi používá několik sběrnic a protokolů pro získávání dat.

- I²C
- UART
 - RS-232
 - RS-485
- SPI
- 1-Wire
- Nesběrníková komunikace

1.1 I²C

Snad nejpoužívanější je sběrnice I²C, také známá jako Inter-Integrated Circuit ¹. Tato sběrnice byla vyvinuta firmou Philips, primárně pro připojení

¹Protože je značka I²C chráněna, používali ostatní výrobci název TWI, jedná se o prakticky stejnou sběrnici, pouze pod jiným názvem.

Tabulka 1.1: Shrnutí I²C:

Maximální počet zařízení	127
Maximální délka	1 metr
Používanost	5/5
Běžná rychlost	100kbit/s
Maximální teoretická rychlost	5Mbit/s
Minimální počet vodičů	3(SDA, SCL, GND)

periferií, které nevyžadovali vysoké komunikační rychlosti. Sběrnice podporuje jak multi-master tak multi-slave. Běžná rychlost je 100kbit/s, ve Fast modu je 400kbit/s. Novější revize pak umožňují až 5 Mbit/s, s touto verzí však nemusí být kompatibilní starší zařízení. I²C používá 7-bitovou adresu, což teoreticky znamená, že je na každou sběrnici možno provozovat až 127 zařízení, prakticky je toto číslo značně nižší. I²C využívá TTL. Maximální délka sběrnice je 1 metr na 100k Baudech, sběrnice však nebyla designovaná na provozu po kabelu, jak ji používá většina amatérských nadšenců.[1]

1.2 UART

Další hojně používanou sběrnici je UART, mezi amatérskou komunitou znám též jako sériová linka. UART ve skutečnosti není sběrnice jako taková, jedná se spíše o něco mezi sběrnici a protokolem. UART jako takový definuje pouze posílaná data(0 a 1), nikoli však způsob jejich posílání či napěťové úrovně sběrnice. O to se starají právě jednotlivé implementace/sběrnice. ² Nejběžněji používané sběrnice pro UART jsou:

²I přesto se dá UART používat sám o sobě na TTL(Transistor-Transistor-Logic), v tom případě je definice napěťových úrovní ponechána jednotlivým zařízením, což může způsobit vzájemnou nekompatibilitu.

1.2.1 RS-232

RS-232 je implementace UART. Používá napěťové úrovně +15V až +5V pro logickou 1 a -5V až -15V pro logickou 0, toto platí pro vysílací část. Přijímací část přidává 2V histerezi kvůli rušení, znamená +15V až +3V pro logickou 1 a -3V až -15V pro logickou 0. RS-232 potřebuje společnou GND. [2]

1.2.2 RS-485

RS-485 je další implementace. Nepoživá ale napěťové úrovně oproti společné GND, nýbrž rozdíl napětí na linkách A a B, ten musí být alespoň 200mV. To způsobuje několik věcí. Zaprvé, pokud vedou obě linky podél sebe, nejlépe jsou kroucené, je prakticky nemožné komunikaci zarušit, což je v prostředí motorů na robotu značná výhoda. Zadruhé, není potřeba společná GND. Zatřetí, pro plný duplexní mód(jedna linka na vysílání a jedna na přijímání) je potřeba dvounásobný počet vodičů, tedy 4. V závislosti na použitém převodníku UART;-čRS-485 může být počet zařízení na sběrnici 32, nebo až 128. [3]

1.3 SPI

SPI, neboli Serial Peripheral Interface je dvoukanálová synchroní multislave sběrnice. Pro komunikaci využívá 4 vodiče, MOSI(Master Output Slave Input), neboli výstup z master a vstup do slave, MISO(Master Input Slave Output), neboli výstup ze slave a vstup do master, SCK neboli hodinový signál, a SS(Slave Select) tímto pinem nastavujeme který slave je momentálně aktivní, tudíž na straně masteru může být počet použitých pinů větší, 3+počet slave zařízení. Další možná konfigurace je tzv. Daisy-chain, kdy je MOSI masteru připojeno na MOSI prvního slave zařízení a MISO prvního slave zařízení je připojeno na MOSI dalšího slave zařízení, až MISO posledního slave zařízení je připojeno na MISO masteru. Tato konfigurace poskytuje snížení počtu vodičů, zároveň ale snižuje i komunikační rychlost, informace

od prvního slave zařízení musí obejít celý kruh, než se dostanou zpět k master zařízení. Nespornou výhodou SPI je její rychlost. Maximální rychlost není definovaná, aplikace běžně jdou až 10Mb/s. Nevýhodou může být velký počet vodičů. [4]

1.4 1-Wire

1-Wire je sběrnice, která jak již její název napovídá potřebuje pouze jednu linku. K tomu potřebuje ještě společnou GND, ale i tak to jsou pouze 2 linky, které obsáhnou napájení i komunikaci.³ Této typologie se využívá třeba u kontaktních přístupových čipů. Sběrnice je také poměrně známá pro svůj CRC součet, který umožňuje kontrolu odeslaných dat. 1-Wire je kompatibilní s TTL. Každé zařízení na sběrnici má unikátní neměnnou adresu. [5]

1.5 Nesběrnicová komunikace

Některé senzory nepotřebují posílat velké množství dat, a proto může být lepší nepoužít sběrnici. Příkladem takového senzoru může být třeba obyčejné tlačítko. Některé senzory zmíněné v další kapitole také používají tento způsob předání dat. Hlavní problém tohoto řešení je hlavně náročnost na čas procesoru a počet vodičů.

³Sběrnici je možno provozovat i na 3 linkovém módu.

Kapitola 2

Běžně používané senzory na soutěžních robotech

Každý robot potřebuje mít způsob interakce s okolím. Tuto interakci zajišťují právě senzory. Naprostá většina amatérských týmů nemá prostor ani prostředky vytvářet vlastní senzory. Používání průmyslových sensorů pak zněmožňuje několik faktorů. Asi nejdůležitějším je cena, dále pak jejich velikost a hmotnost způsobená jejich robustností a kvalitou provedení. Týmy jsou tedy nuceni používat hotové destičky obsahující pro ně často obskurní komponenty.

Senzory se dají rozdělit do několika kategorií:

- Senzory vzdálenosti
 - Ultrazvukové senzory
 - IR senzory
 - Lidar/Radar/Sonar
- Senzory barvy
 - Black-white senzory
 - RGB senzory
 - Kamery

Tabulka 2.1: Vývody HC-SR04:

GND	společná zem/-
VCC/5V	napájení 5V/+
Echo	Návrat měřené vzdálenosti
Trig	Spouštění měření

- Senzory pohybu
 - Akcelerometry
 - Gyroskopy
 - Enkodéry
 - Kompasy
- Komplexní polohové senzory

2.1 Senzory vzdálenosti

Senzory pro zjišťování vzdálenosti dodávají robotovy poměrně primitivním způsobem schopnost přibližně určit svou polohu. Podmínky pro jejich použití jsou však často velmi specifické a nedají se pro to sami o sobě použít pro přesnější lokalizaci.

2.1.1 Ultrazvukové senzory

Asi nejpoužívanější senzory vzdálenosti jsou senzory ultrazvukové. ty fungují na principu vyslání ultrazvuového pulzu a čekání na jeho návrat.

Nejběžněji používaný z nich je HC-SR04. Ten obsahuje ultrazvukový přijímač a vysílač, spolu s dodatečnou elektronikou. má čtyři vývody: Měření započne posláním logické 1 na pin Trig po dobu alespoň $10\mu\text{S}$. Po té co Trig opět přepneme na logickou 0, vyšle senzor 8 40-ti kHz pulzů, zároveň nastaví na pinu Echo logickou 1. Po přijmutí odraženého ultrazvukového signálu je

na pinu Echo opět nastavena logická 0. Mikrokontroleru poté pouze zbývá měřit jak dlouho byla na pinu Echo logická 1, tento čas pak dosadí do rovnice:

$$\text{vzdálenost} = (\text{naměřený čas} \cdot \text{rychlost zvuku}) / 2$$

Senzor je schopen měřit vzdálenosti od 2cm do 4m, dělá tak na 15° úhlu. Senzor má nevalnou přesnost. Největší úskalí při používání tohoto senzoru nastává, pokud je na hřišti více robotů/nesynchronizovaných senzorů, kdy se senzory mohou navzájem rušit. Další problém může vyvstat při používání pouze jednoho mikroprocesoru a několika ultrazvukových senzorů, kdy čas potřebný na změření všech senzorů přesáhne únosnou mez, čímž zásadně prodlouží reakční čas robota. Tento problém řeší použití sekundárního procesoru pro obsloužení měření. [6]

2.1.2 IR senzory

Infračervené senzory fungují ve směr na stejném principu jako ty ultrazvukové, pouze ultrazvukové pulzy jsou nahrazeny infračerveným paprskem. To s sebou nese oproti ultrazvuku své výhody i nevýhody. Hlavní výhodou oproti ultrazvuku je menší pravděpodobnost zarušení ambientním signálem, pokud senzor používá modulovaný signál pro měření. Stejně jako ultrazvukové senzory mohou být i infračervené senzory přehlceny, v tomto případě ale spíše silným ambientním zdrojem než ostatními senzory.

Nejpoužívanější IR senzor vzdálenosti je FC-51, ten má oproti HC-SR04 výrazně větší měřicí úhel 35° a výrazně menší rozsah měřitelných vzdáleností, konkrétně 2cm až 30cm. Na rozdíl od HC-SR04, které měří plynule na celém rozsahu, měří FC-51 pouze přiblížení, podle toho vrací na výstupu 0 a 1, hranice překlopení je nastavitelná pomocí potenciometru nacházejícím se přímo na senzoru.

2.1.3 Lidar/Radar/Sonar

Tyto senzory obsahují běžné senzory vzdálenosti a pouze přidají možnost pohybu těchto senzorů místo jednosměrného měření pak vytváří v podstatě

mapu prostoru. Lidar používá k měření laserový, většinou IR, paprsek. Radar používá rádiové vlny, tyto vlny mohou částečně pronikat materiály, což umožňuje "vidět" skrz zdi. Sonar používá k měření zvukové vlny, což je s výhodou používáno hlavně pod vodou, kde se tyto vlny velmi dobře šíří. Bohužel zatím neexistuje spolehlivá a levná iterace těchto senzorů, která by se dala požit na soutěžních robotech.

2.2 Senzory barvy

Senzory barvy jsou použitelné pouze v některých soutěžních disciplínách. Dávají našemu robotovi možnost zjišťovat barvu herních objektů a podložky, což může pomoci jak s orientací tak s plněním herních úkolů.

2.2.1 Black-white senzory

Tyto senzory využívají světelný zdroj, z pravidla IR nebo bílý, v kombinaci s plynulým světelným senzorem citlivým na vlnovou délku světla zdroje. Každá látka v závislosti na své barvě pohlcuje a odráží světlo jinak, nám poté zbývá pouze změřit kolik světla se odrazilo, senzory tedy defakto neměří jestli je povrch černý nebo bílý, ale spíše jestli je světlý či tmavý. Existuje obrovské množství iterací tohoto senzoru některé plynulé, jiné digitální s nastavitelnou hranicí překlopení. B-W senzory se nejčastěji používá v soutěžích jako line follower¹, kde není potřeba kompletní RGB detekce.

2.2.2 RGB senzory

RGB senzory kombinují více B-W senzorů do jednoho celku. Existují dvě možnosti jak toho dosáhnout.

¹Soutěž ve které se robot pokouší co nejrychleji projet dráhu vyznačenou nejčastěji černou čarou na podložce. V poslední době se do cesty přidávají také překážky, kterým se robot musí vyhnout.

První možnost používá jeden bílý zdroj světla a více senzorů citlivé na specifické vlnové délky, zpravidla 3 senzory pro RGB, občas se také přidává IR a UV. Všechny senzory přitom mohou měřit naráz.

Druhá možnost používá jeden senzor se širokým spektrem a více zdrojů světla s různými barvami vyzařovaného světla, opět se nejčastěji používá RGB a případně k tomu se přidává UV a IR. Tato možnost má o něco pomalejší měření oproti první metodě, neboť zdroje světla se musí ve svícení střídát.

2.2.3 Kamery

Zvláštní případem barevných senzorů jsou kamery. Ty však vyžadují v závislosti na způsobu použití poměrně velký výpočetní výkon. To řeší použití samostatného procesoru pro zpracování obrazu, jako to dělá třeba populární Pixy.²

Kamery poskytují výhodu hlavně co se zorného pole a vzdálenosti od povrchu týče, nemusí totiž být narozdíl od dvou předchozích být připevněny do několika milimetrů od měřeného povrchu.

2.3 Pohybové senzory

Senzory pohybu poskytují robotu schopnost určit jak se v prostoru pohybuje, některé přímo a některé napřímo. Všechny však vyžadují nějaký způsob přepočtu. Tyto senzory neposkytují vždy přesné údaje, což není způsobeno přímo senzory, jako spíše typem a nedokonalostmi pohybu, který mají měřit. Polohové senzory, vyjma enkodérů, se z pravidla nepoužívají samostatně, ale v celcích. Například běžně používaný senzor mpu-6050 spojuje dohromady akcelerometr a gyroskop, zároveň však umožňuje připojit přímo na sebe kompas, což umožňuje vytvořit 9-osý systém.

²Nebo můžeme použít aplikaci ve smartphonu, ty pro podobné aplikace mají výpočetního výkonu dostatek. Některé novější by mohli dokonce nějaké Deep learning algoritmy pro zpracování obrazu.

2.3.1 Akcelerometry

Akcelerometry měří lineární zrychlení. Ve větším provedení se jedná o závaží na pružině, která je na druhé straně uchycená k pouzdru, nám poté zbývá změřit o kolik se pružina zmáčkla/roztáhla, aby uvedla závaží do stejné rychlosti jako má pouzdro. V menším provedení se využívá piezoelektrického jevu pro měření. Senzor může měnit hodnoty v závislosti na teplotě, to je potřeba buď zohlednit ve výpočtu, nebo zanedbat, v případě nepotřeby superpřesných údajů. [7]

2.3.2 Gyroskopy

Gyroskopy měří úhlovou rychlost, případně úhel náklonu. Ve velkém provedení se jedná o setrvačnický připevněn k pouzdru způsobem, který umožňuje rotaci v měřených osách. Rotující setrvačnický si zachová nezávisle na pohybu pouzdra svůj počáteční náklon. Díky tomu máme referenční objekt od kterého můžeme měřit náklon. V menším provedení se používá několik principů, jedna z nich je Disk Resonator Gyroscope, která využívá pro měření Koriolisovy síly. Pro měření všech 3 os je potřeba více gyroskopů. [8] [9]

2.3.3 Enkodéry

Enkodéry slouží přenášení mechanického pohybu kol na elektronický signál. Enkodéry se dají rozdělit na ty co se používají přímo na pohonu a na vlečné.

Enkodéry umístěny na pohonu zabírají méně místa než ty vlečné. Na druhou stranu pokud proklouzne kolo, či část převodu, nemá tento senzor jak to zjistit.

Vlečné enkodéry mohou mít problém s otáčením směru pohybu. Nejsou však ovlivněny možným proklouznutím hnacího kola, to proto, že měří pohyb relativně k podložce na rozdíl od těch umístěných na pohonu, které měří pohyb relativně k robotovi.

2.3.4 Kompasy

Stejně jako běžné kompasy, se v elektronické kompasy používají k zjištění natočení v magnetické poli Země.

2.4 Komplexní polohové senzory

Když potřebujeme přesné měření polohy, nestačí nám samostatné senzory, musíme vytvořit větší komplexní celek. Příklad takového systému je Global Positioning System, nebo jeho alternativy jako GLONASS a Galileo. Tento systém využívá sadu satelitů, které neustále vysílají svou pozici společně s časem odeslání zprávy. Pokud přijme přijímač data od alespoň 4 satelitů může pomocí těchto zpráv triangulovat svoji polohu.

Další systém používá HTC Vive, sada pro virtuální realitu, využívající Steam VR tracking. Ta je pomocí 2 majáčků schopna s přesností na milimetr určit polohu senzoru v prostoru. Nástroje pro tvorbu vlastních přijímačů je navíc volně dostupná což z ní činí perfektní způsob lokalizace objektů v trojdimenzionálním prostoru. Jediná problematická věc je cena majáčků, které je potřeba koupit, neboť zatím nejsou uvolněny podklady na základě by bylo možné vytvořit vlastní iteraci majáčku.

Kapitola 3

Volba parametrů

3.1 Sběrnice

Pro svou práci jsem zvolil sběrnici RS-485. Hlavní důvody pro toto rozhodnutí jsou:

- Nezarušitelnost
- Počet zařízení
- Počet vodičů
- Celková robustnost

3.2 Protokol

Na sběrnici RS-485 se nabýzela možnost použít protokol Modbus, což je průmyslový standart. Byla to originálně i moje volba, od jeho použití mě odradila jeho komplexnost. Rozhodl jsem se proto vytvořit vlastní protokol pracovně pojmenovaný Janus protocol.

3.3 Zpracované senzory

Senzory plánované pro implementaci do této sady zahrnují:

- Všesměrový ultrazvukový senzory
- Sběrač pro ultrazvukové senzory HC-SR04
- Senzor pro Line follower
- RGB sensor

Kromě senzorů mají být součástí sady i další jednotky:

- Battery pack - inteligentní baterie
- Co-processing unit - přídatná výpočetní jednotka
- Rozbočovač - V případě potřeby možnost rozšířit sběrnici o více zařízení
- Buffer - Kombinace co-processing unit a rozbočovače

3.4 Procesory

Rozhodl jsem se použít pro všechny senzory i řídicí jednotku procesory z řady ESP32. Některé z důvodů:

- Build-in podpora pro RS-485 přímo v UART driveru
- Kompletní podpora C++v14 na rozdíl od běžně používaných ATMEGA čipů
- Kompatibilita se spoustou rozhraní a sběrnic - může sloužit jako převodník mezi ostatními sběrnici a Janus protocol
- OTA - možnost nahrávání programu přes internet¹
- WiFi a Bluetooth - V případě nutnosti bezdrátové komunikace
- Kompatibilita s Arduino ²

¹Snaha o co nejjednodušší dodatečné opravy systému, kdy si senzory budou sami schopny dostahovat nejnovější firmware, a na obalu nebudou muset být vyvedené programovací konektory.

²Přestože samotný kód protokolu nevyžaduje Arduino a je postaven čistě na ESP-IDF,

je Arduino prostředí pro mnoho začátečníků příjemnější pro práci než většina ostatních. Jeho jednoduchost a kompatibilita s jinými čipy však může zásadně limitovat jeho funkce, proto není obsluha protokolu napsaná právně v něm.

Kapitola 4

Janus protocol

Janus protocol je snaha o vytvoření co uživatelsky nejpřívětivějšího a zároveň robustního protokolu. Tento protokol je postavený z velké části na Avakar protokolu. Přidává k němu adresaci zpráv a kontrolní byte.

4.1 Základní specifikace

- Multi-slave
- Podpora zpráv různých délek - při zachování minimální délky
- Až 254 zařízení (limitováno RS-485 na 32/128 zařízení - bez použití rozbočovačů)
- Jednoduché přidání dalšího senzoru do již sestaveného systému
- Nutnost restartu celého systému při nahrazování senzorů, nebo změně řídicí jednotky
- Možnost delegace master funkce - in development

Kapitola 5

Slovo Romana

Titulní strana v takové podobě, v jaké se vám dostala, je navzdory veškeré projevené snaze velice chatrná a proto vám radím příliš nezasahovat do její stavby, neboť by to mohlo zcela rozhodit pozice všech objektů. Primární snahou bylo dosáhnout její netečnosti vůči příliš dlouhým jménům (doc. RNDr. Jana Šťastně Vdaná, Ph.D.), názvům práce a názvům škol.

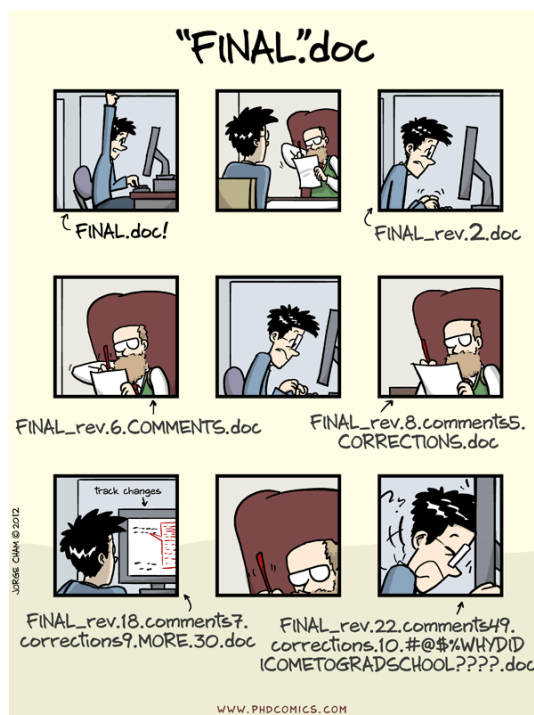
I v sekci Prohlášení zkuste držet svého kreativního ducha na uzdě, abyste jej vzápětí uplatnili v celém následujícím textu. Struktura textu by měla být zhruba následující:

- úvod
- 1. teorie
- 2. metodika
- 3. výsledky
- 4. diskuze
- závěr

nicméně není pevně daná a spoustě prací sluší i tematičtější způsoby dělení informací.

5.1 Plovoucí objekty

Všechna čest Microsoftu za postupnou konverzi Wordu z textového procesoru v sázecím software. Jedna z mnoha vlastností nových verzí je možnost přidání titulku k plovoucímu objektu, jako bývá obrázek či tabulka.



Obrázek 5.1: Vás to nejspíše čeká taky.

Jednoduchá	tabulka
o	ničem

Tabulka 5.1: Jak vidno, čísluje se separátně

Vkládání popisků k obrázkům a tabulkám lze zařídit poměrně snadno a intuitivně tlačítkem „Vložit titulek“ na kartě *Reference*. U rovnic se bohužel tento způsob uplatňuje jen velmi těžko, klasické vpravo zarovnané (1.1) lze pouze vykouzlit. (Nápověda Microsoftu radí použít VBA makro, přívrženci

$$L = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + i\bar{\psi}\psi + \psi_i y_i \psi_j \phi + hc + |D_\mu \phi|^2 - V(\phi)$$

Rovnice 5.1: To je ale rovnice!

Visual Basicu tedy nebudou mít problém. Obávám se ale, že takových moc nebude.)

Využijte funkci „Vložit seznam obrázků“, která krom seznamu obrázků umí vkládat i seznam tabulek nebo rovnic. Seznam obrázků v práci být musí, i kdyby tam byl jen jeden obrázek. Pro případ nejasnosti upřesňuji, že graf je považován za obrázek.

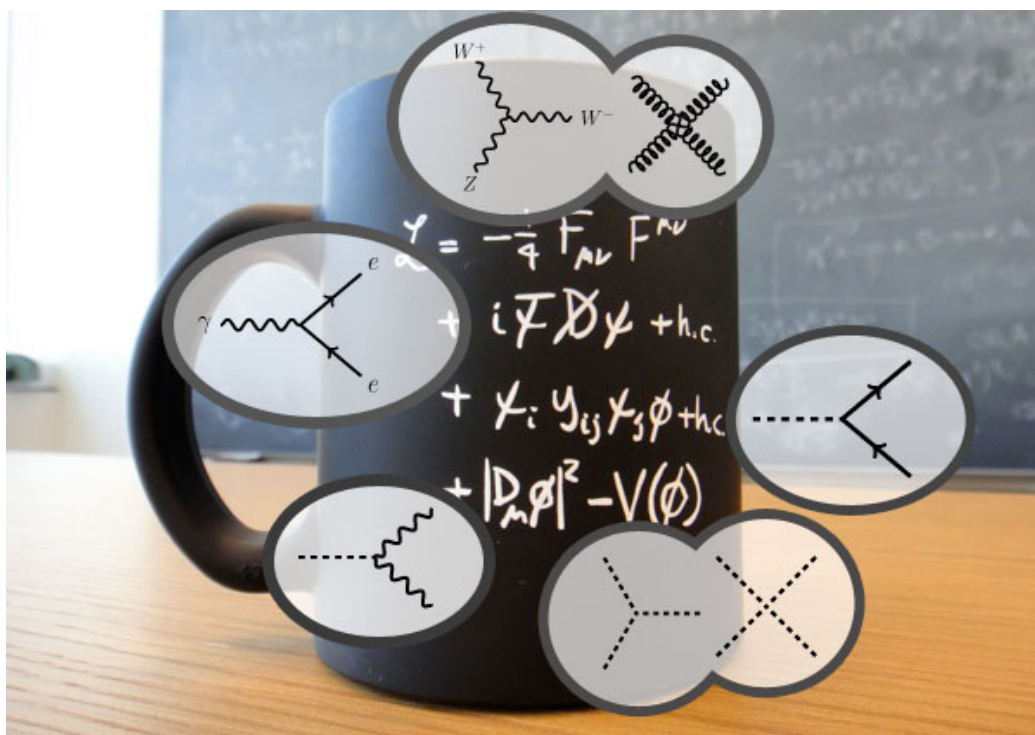
Co se dá naopak použít skvěle, jsou křížové odkazy. Klepnutím na tlačítko „Křížový odkaz“ na kartě *Reference* mi umožní v textu odkazovat na právě nějaký z plovoucích objektů (či kapitolu, sekci, ...) Proto nemám potíží zde uvést, že rovnice Rovnice 5.1 odpovídá rovnici vyobrazené na hrnku na Obrázek 5.2, jen s tím rozdílem, že na hrnku není formulována zcela správně.

5.2 Bibliografie

Citovat je důležité (krucální) a neméně důležité je citovat správně, a to v ČR podle normy ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2. Důvod, proč ji tak mnoho lidí nedělá, je takový: Jedná se o pěkně otravnou činnost[**citovani**]. To se však dá značně eliminovat použitím vhodného softwaru na správu a export citací. Jaké máme možnosti?

Přímo českou normou se již dlouhou dobu zabývá projekt Citace.com umožňující zdarma získat toliko potřebné bibliografické záznamy. Proces zkomfortňování šel až tak daleko, že si (např.) čtenáři registrovaní v Moravské zemské knihovně (do 19 let vč. zdarma) mohou nainstalovat do svého Wordu doplněk, který téměř vše zařídí za vás.

Pokud náhodou ještě nemáte a nemůžete mít účet v Moravské zemské knihovně, nemusíte zoufat, i volně přístupná část nástrojů Citací.com má co nabídnout. Na webu totiž můžete jednoduše vložit ISBN knihy nebo DOI



Obrázek 5.2: Hrneček ze Švýcarska

(*Digital object identifier*) článku v časopise a obratem vám bude vygenerována citace přesně podle normy, kterou můžete jednoduše zkopírovat do Wordu. Číslování v textu si však budete muset řešit sami.

Nicméně možnosti nekončí Citacemi.com, existuje celá řada dalších nástrojů (třeba EndNote). Nebojte se požádat o pomoc své školitele, sami si nejspíš prošli stejným problémem a řešení s velkou pravděpodobností našli. Tak proč vynalézat kolo?

5.2.1 Užitečné odkazy

- <http://www.citace.com>, <http://www.mzk.cz/>
- <http://www.boldis.cz/citace/citace1.pdf>
- <http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>

- <https://sites.google.com/site/novaiso690/>

5.3 Symboly, zkratky, slovníček

Zkratky vysvětlujeme již při první zmínce v textu, při jejich častějším výskytu může být praktické uvést ucelený seznam. Totéž pak platí pro pojmy, které vysvětlujeme v poznámce pod čarou¹: pokud jich je mnoho, vysázíme je i samostatně jako slovníček pojmů.

5.4 Moudra závěrem

Uvědomte si, že hlavním výstupem vaší roční činnosti nejsou data nebo zařízení, nýbrž právě odborný text, který má komisi SOČ ukázat, jak jste studované problematice porozuměli, jaký je váš vlastní přínos, jestli dokážete verbálně vystihnout vše podstatné a důležité. *Formální a estetickou úpravou práce sdělujete komisi, jak moc vám záleží na tom, aby pro ně bylo čtení vaší práce příjemným či alespoň snesitelným zážitkem.*

Šablona je míněna jen jakýmsi odrazovým můstkem a nebojte, pořád na vás zbylo docela dost práce. Bohužel víc, než jsem původně zamýšlel, protože sázení ve Wordu stále není žádný med a byla by jistě škoda ochudit vás o četné nadávky na nesmyslnost jeho chování. Všem počítačově zdatným jedincům pak doporučuji naučit se sazbu v LaTeXu, je to dovednost, která se vám nikdy neztratí.

Na závěr vám už poradím jen jedno: hledejte inspiraci. Velmi dobře si pamatuji ten pocit, kdy sedíte nad prázdným dokumentem a přemýšlíte, co vlastně do té SOČky patří. Kde začít? Co ještě zmínit a co už raději vynechat? Přitom máme všichni díky theses.cz na dosah stovky tisíc závěrečných prací starších kolegů z vysokých škol. Najděte si svůj vzor a jed'te podle něj, odborné posudky vedoucích a oponentů vám dokonce řeknou, co je správně a co nikoliv.

¹Poznámku pod čarou vložíme opět z karty *Reference* tlačítkem *Vložit pozn. pod čarou*.



Obrázek 5.3: Nejste v tom sami.

Vědě zdar!

Roman Beránek

ischemy@gmail.com

Kapitola 6

Slovo Jarka

Trochu bych nesouhlasil s Romanem ohledně „hlavního výstupu vaší roční činnosti“ a také se zdroji, odkud je vhodné čerpat inspiraci.

Rád bych tato dvě témata na závěr trochu rozebral a zároveň přidal pár slov o prezentacích, které by měly tvořit podstatnou část vaší práce.

6.1 Hlavní výstup vaší roční činnosti

U některých oborů možná platí, že hlavním výstupem vaší roční činnosti nejsou data nebo zařízení, nýbrž právě odborný text. Ovšem z vlastní zkušenosti mohu říct, že pokud předvedete funkční výtvar (a to ať už softwarový balík pro vývoj a řízení aplikací s mikročipy, výukový webový portál, univerzální ovládací pult, nebo regulovatelný napájecí zdroj) budete mít na 90 % větší úspěch než čistě teoretická práce.

Samozřejmě pokud někdo vyvrátí teorii relativity nebo vymyslí novou a lepší periodickou tabulku prvků, bude mít pravděpodobně lepší pozici než vy. Proto ale musí být vaše práce co možná nejlepší.

Pokud donesete výrobek, který je inovativní, nadčasový, velmi nápaditý a případně vyrobiteľný nebo dokonce komerčně prodatelný, a dokážete ho při prezentaci prodat (o důležitosti prezentace více informací níže), většina porotců vám promine i formální nedostatky a krátký rozsah práce, protože

jste jim to předvedli naživo (minimálně toto platí v rámci oboru strojírenství, elektra a informatiky a podle mě i fyziky, učebních pomůcek atd.)

Kdybych to vzal do extrému, tak práce, která nemá text, ale je velmi zajímavá pro svůj výrobek (zařízení), může klidně vyhrát celostátní kolo SOČ. Ovšem když přijdu s textem, kde tento výrobek dokonale popisuji, ale nedovezu, nepředvedu, neukáži, že je funkční, tak jsem na tom hůř než v prvním případě.

Toto jsou ovšem specifika spíše techničtěších oborů (s kterými mám zkušenost) a je možné, že v přírodních vědách (jako chemie, matika, biologie) má spíše Roman pravdu, ale nejsem si tím úplně jistý. Zvažte sami :-)

6.2 Kde čerpat inspiraci

Roman jako inspiraci doporučoval theses.cz, ovšem já bych vás spíše odkázal na archiv SOČ (<http://soc.nidm.cz/archiv>) a to ze tří důvodů:

- a) Uvidíte styl a způsob zpracování úspěšných prací SOČ, které vytvořili studenti ve vašem věku a které se porotcům líbily.
- b) Nemusíte se probírat stovkami tisíc závěrečných prací, ale jednoduše si vyberete váš obor a projdete několik nejlepších prací za posledních pár let.
- c) Styl bakalářských a diplomových prací se od SOČek trochu liší a občas je lepší se držet zaběhnutých pravidel SOČ.

Samozřejmě si můžete projít i několik vysokoškolských prací a třeba v nich najdete i lepší inspiraci.

Jinak nad samostatným formátováním (či některými detaily) neztrácejte mnoho času, protože vám pravděpodobně schází ještě podstatnější věci. A také platí, že co porotce/obor, to jiný názor na některé detaily formátování SOČek :-)

6.3 Presentace

Sebelepší práce bez dobré prezentace je prakticky k ničemu. Porotci v nižších kolech (okresních i krajských) nemají často čas prostudovat si text práce předem. Tudíž jej občas vidí poprvé, až když danou práci prezentujete.

Pokud budete mít dobrou prezentaci, ve které svoji práci dobře prodáte – ukážete, co jste dělali, jak jste to dělali, co je vaše práce, ale hlavně co je tak unikátního na vaší práci a proč zrovna vy byste měli vyhrát), tak máte z poloviny vyhráno. Prezentace tvoří klidně i polovinu hodnocení vaší práce. Nebo víc.

Proto je podle mě důležité věnovat minimálně stejné množství času přípravě prezentace jako textu. Pokud postoupíte do dalšího kola, máte většinou možnost si svou práci vzít a do týdne ji upravit/doladit. Samozřejmě že pokud budete mít perfektní text hned do prvního kola SOČ, budete mít výhodu vůči ostatním a lepší startovací pozici do dalších kol, ale v případě nedostatku času (což většinou bývá) je vhodnější rozdělit si čas mezi tvorbu textů, prezentace a případně samostatného výrobku.

Samozřejmě se nebojte inspirovat u svých kolegů z minulých let například na serveru YouTube (hledejte pod „CP SOČ 2013“ a „SOČ 2013 – Brno – krajské kolo“).

O prezentacích se toho dá samozřejmě napsat mnoho, ale to si necháme třeba na příště ;-)

SOČce zdar!

Jarek Páral

paral.jarek@gmail.com

Kapitola 7

Ještě slovo Lucie

Pokud si nebudete jistí typografií nebo pravopisem, konzultujte vynikající Internetovou jazykovou příručku. Píší ji autoři z Ústavu pro jazyk český a mezi množstvím balastu na Internetu jí můžete věřit. Stačí většinou zadat do Google problémové slovo nebo znak spolu s heslem „ujc“ a víte, na čem jste.

Doufám, že jsme vám pomohli a zpříjemnili práci na vaší SOČce a že shledáte šablonu přínosnou. Za podněty a reakce budeme všichni tři rádi.

Ať to jde!

Lucie Vaškeová

lucie.vaskeova@jcmm.cz

Závěr

Závěrečná kapitola obsahuje zhodnocení dosažených výsledků se zvlášť vyznačeným vlastním přínosem studenta. Povinně se zde objeví i zhodnocení z pohledu dalšího vývoje projektu, student uvede náměty vycházející ze zkušeností s řešeným projektem a uvede rovněž návaznosti na právě dokončené projekty.

Literatura

1. *I²C-bus specification and user manual*. Dubna 2014. Č. UM10204. Dostupné také z: <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>. Rev. 6.
2. *Fundamentals of RS-232 Serial Communications*. Března 1998. Application Note 83. Archived (PDF) from the original on 2017-03-05. Retrieved 2017-03-05.
3. *MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487 Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers*. Září 2014. Č. 19-0122. Dostupné také z: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX1487-MAX491.pdf>. Rev 10.
4. SCOTT, Jenifer; EMERSON, Geoff. *Using the Serial Peripheral Interface (SPI) eTPU Function*. Října 2004. Č. AN2847. Dostupné také z: <https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN2847.pdf>. Rev. 0.
5. BERNHARD LINKE, Principal Member Technical Staff. *Overview of 1-Wire Technology and Its Use*. Června 2008. Č. TUTORIAL 1796. Dostupné také z: https://pdfserv.maximintegrated.com/en/an/Overview_1wire_Technology_use.pdf.
6. *Ultrasonic ranging module : HC-SR04*. Listopadu 2010. Dostupné také z: <https://www.electroschematics.com/wp-content/uploads/2013/07/HC-SR04-datasheet-version-2.pdf>.

7. JAMES, Doscher. *Accelerometer Design and Applications*. Prosince 2008. Dostupné také z: https://web.archive.org/web/20081213001559/http://www.analog.com/en/technical-library/faqs/design-center/faqs/CU_faq_MEMs/resources/fca.html#2a. Archived from the original on 13 December 2008.
8. *Gyroscope sensor*. Února 2020. Dostupné také z: <https://www.elprocus.com/gyroscope-sensor/>.
9. HOWARD, H Ge; CHALLONER, A Dorian. *Environmentally robust disc resonator gyroscope*. Google Patents, 2013. US Patent 8,393,212.

Seznam obrázků

5.1	Vás to nejspíše čeká taky.	25
5.2	Hrneček ze Švýcarska	27
5.3	Nejste v tom sami.	29

Seznam tabulek

1.1	Shrnutí I ² C:	10
2.1	Vývody HC-SR04:	14
5.1	Jak vidno, čísluje se separátně	25

Seznam rovníč

5.1 To je ale rovnice!	26
----------------------------------	----