

Studijní podklady k předmětu PPAŘ: SIMULINK a Stateflow

Study supporting evidence to
PPAŘ subject - SIMULINK and
Stateflow

Martin Halbsgut

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

PODKLAD PRO ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA:	OSOBNÍ ČÍSLO:
HALBSGUT Martin	Budovatelská 4810 ; Zlín	T023490

PRACOVNÍ NÁZEV TÉMATU:

Studijní podklady k předmětu PPAŘ: SIMULINK a Stateflow

VEDOUCÍ PRÁCE:

Ing. Karel Perutka

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Proveďte literární rešerši firemní literatury programového prostředí SIMULINK s překladem do českého jazyka s vytvořením textových podkladů pro výuku formou referenční příručky.
2. Vypracujte materiál popisující úvod do SIMULINKu a popis jeho rozhraní.
3. Vytvořte v SIMULINKu ilustrativní příklady jednoduchých modelů, vlastní knihovnu, vše s jejich popisem.
4. Vyberte vhodnou literaturu pro vytvoření textového podkladu popisujícího stručný úvod do Stateflow.
5. Zpracujte textový podklad popisující stručný úvod do Stateflow.

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

1. Simulink: Simulink Reference Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004
2. Simulink: Using Simulink Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004
3. Simulink: Writing S-Functions Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004
4. Stateflow and Stateflow Coder For Use with Simulink: User's Guide Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004
5. Stateflow For Use with Simulink: Getting Started Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Karlu Perůtkovi za odbornou pomoc týkající se programů MATLAB, SIMULINK a STATEFLOW, za kontrolu překladů do českého jazyka a příkladné vedení při realizaci této práce.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 02. 06. 2005

.....

Martin Halbsgut

Abstrakt

Tato práce se zabývá programovou nadstavbou SIMULINK a STATEFLOW programu MATLAB. Překladem firemní literatury z anglického jazyka vznikly podklady ve formě referenční příručky, jež mají sloužit jako doplněk učebních textů pro studenty vysokých škol, kteří používají při svém studiu program MATLAB –SIMULINK a STATEFLOW. Obsahem práce je stručný úvod do SIMULINKu a STATEFLOW, vytváření vlastní knihovny SIMULINKu. Dále zde naleznete jednoduché ilustrativní příklady modelů SIMULINKu a stručný popis jejich funkcí. Nejobsáhlejší částí je samostatná referenční příručka obsahující popis vybraných nejpoužívanějších bloků knihovny SIMULINK v češtině.

Summary

This thesis deals with SIMULINK and STATEFLOW for MATLAB. These created supporting documents which should be used as tutoring text for students at universities where MATLAB, SIMULINK and STATEFLOW are used and necessary. They were created as an own czech translation of the manuals written in English. The thesis consists of the following parts: Basic introduction to Simulink and Stateflow, new Simulink library creation. These parts are followed by some illustrative examples of SIMULINK models and basic description of them. The reference manual in Czech language is the most extensive part of the thesis. It includes the description of the chosen and most widely used areas of the SIMULINK library.

OBSAH

ÚVOD.....	6
1 ÚVOD DO SIMULINKU	9
1.1 SPOUŠTĚNÍ SIMULINKU	10
1.2 CO SIMULINK OBSAHUJE A JAK PRACUJE	10
1.3 SOUČÁSTI KNIHOVNY	11
1.4 PRÁCE S BLOKY A JEJICH NASTAVOVÁNÍ	11
1.5 BLOKY S S-FUNKCÍ.....	11
2 POPIS PROSTŘEDÍ SIMULINKU	12
2.1 JAK SE DOSTAT DO PROGRAMOVÉHO PROSTŘEDÍ SIMULINK	12
2.2 POPIS ZÁKLADNÍCH POLOŽEK OKNA KNIHOVNY PROSTŘEDÍ SIMULINK	13
2.3 JAK VYTVOŘIT NOVÝ MODEL	14
2.4 JAK OTEVŘÍT ULOŽENÝ MODEL	14
2.5 POPIS ZÁKLADNÍCH POLOŽEK EDITAČNÍHO OKNA NOVÉHO MODELU PROSTŘEDÍ SIMULINK	15
3 ÚVOD DO STATEFLOW.....	21
3.1 POUŽÍVÁNÍ KÓDŮ A PROGRAMOVÁNÍ.....	22
3.2 JAK STATEFLOW PRACUJE	22
4 POPIS PROSTŘEDÍ STATEFLOW	24
4.1 JAK SE DOSTAT DO PROGRAMOVÉHO PROSTŘEDÍ STATEFLOW	24
4.2 JAK VYTVOŘIT NOVÝ MODEL	25
4.3 JAK OTEVŘÍT ULOŽENÝ MODEL	25
4.4 POPIS ZÁKLADNÍCH POLOŽEK OKNA NOVÉHO MODELU PROSTŘEDÍ STATEFLOW	26
5 VYTVOŘENÍ VLASTNÍ KNIHOVNY	27
5.1 POSTUP PŘI VYTVÁŘENÍ VLASTNÍ KNIHOVNY	27
5.2 POPIS EDITORU MASKY	28
5.3 EDITACE CESTY A KNIHOVNY	28
5.4 NÁZORNÝ PŘÍKLAD VYTVOŘENÍ KNIHOVNY	29
6 PŘÍKLADY M-FUNKCE, S-FUNKCE A KNIHOVNY	32
6.1 PŘÍKLAD S M-FUNKCÍ	32
6.2 PŘÍKLAD S S-FUNKCÍ	32
6.3 PŘÍKLAD S P, PI, PD A PID REGULÁTORY.....	32
7 PARAMETRY SOUBORU SLBLOCKS.M.....	33
ZÁVĚR.....	34
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	37
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	38
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	39
SEZNAM PŘÍLOH.....	40

ÚVOD

Základním cílem této bakalářské práce je seznámit posluchače, vysokých škol technického zaměření a případné další zájemce se základy práce se SIMULINKem a STATEFLOW, jež jsou součástí programu MATLAB.

Tato práce vznikla jako reakce na požadavek přiblížit studentům předmětu Programová podpora automatického řízení (PPAŘ) základy práce se SIMULINKem a STATEFLOW. Tento program je k dispozici pouze v anglickém a japonském jazyce. Volným překladem jednotlivých bloků knihovny SIMULINKu z originální firemní literatury do českého jazyka a následným utříděním literárních podkladů, byly vytvořeny učební textové podklady pro výuku ve formě referenční příručky, dále pak návod k realizaci vlastní knihovny, vypracování názorných, ilustrativních a jednoduchých modelů v prostředí SIMULINK s jejich popisem. Úvod k aplikacím SIMULINK a STATEFLOW včetně popsání jejich prostředí byl doplněn o poznatky z dalších vhodných zdrojů.

Popis prostředí SIMULINK a STATEFLOW a vytvoření ostatních textů je určeno pro verzi programu MATLAB 6.5.

MATLAB, SIMULINK, STATEFLOW a další nadstavbové aplikace tvoří otevřené vývojové a simulační prostředí pro řešení úloh z oblasti regulace a automatizace a mnoha oborech průmyslu. [9]

Aplikace SIMULINK slouží pro simulaci a modelování dynamických systémů, kde využívá algoritmy programu MATLAB pro numerické řešení nelineárních diferenciálních rovnic. Pomocí SIMULINKu lze snadno vytvářet modely, předělávat již existující bloky a doplňovat je o další komponenty, vytvářet vlastní knihovnu, navrhovat regulátory atd. Tato aplikace je vhodná pro modelování a analýzu jakýchkoli systémů. Programu SIMULINK se hojně využívá při řešení problémů zpracování signálů v telekomunikacích i kybernetice, v energetice, automobilovém, leteckém a jaderném průmyslu. [6]-[8]

STATEFLOW je dalším vzájemně propojeným programovým balíkem určeným pro vývoj aplikací složených z programů MATLAB, SIMULINK a dalších podprogramů. Tato aplikace je tedy interaktivní, grafický vývojový nástroj určený k modelování událostmi řízených systémů. Předností STATEFLOW je plná integrace do výpočetního prostředí MATLAB – SIMULINK. MATLABovská aplikace STATEFLOW se hojně využívá v průmyslovém a vývojovém prostředí. Jedná se zejména o průmysl automobilový; návrhy

ABS systémů; armádní; návrhy radarových a naváděcích systémů; a v mnoha dalších průmyslových odvětvích jako letectví, komunikace, elektronika a počítače. [10]-[12]

Práce je rozdělena do osmi částí obsahující: úvod do SIMULINKu

- popis prostředí SIMULINKu
- úvod do STATEFLOW
- popis prostředí STATEFLOW
- vytvoření vlastní knihovny
- příklady M-funkce, S-funkce a knihovny
- parametry souboru slblocks.m
- referenční příručku

Každá z nich podává informace o určité problematice.

V první části jsou témata týkající se programu SIMULINK. Naleznete zde úvod do SIMULINKu a jeho spouštění, popis jeho obsahu a principu fungování. Dále jsou zde uvedeny součásti knihovny, práce s bloky a jejich nastavování a také je zde zmínka o blocích s S-funkcí.

Druhá část je zaměřena na popis prostředí SIMULINKu. Tato kapitola obsahuje témata, jako je návod, jak se dostat do programového prostředí SIMULINK, dále popis základních položek okna knihovny SIMULINKu, vytváření a otevírání modelů a konečně také popis základních položek editačního okna nového modelu.

Část třetí pojednává o aplikaci STATEFLOW. Po úvodu do STATEFLOW následuje charakteristika používání kódů a programování a definování, jakým způsobem STATEFLOW pracuje.

Ve čtvrté části je podobně popsáno prostředí STATEFLOW, jak tomu bylo v případě aplikace SIMULINK. Hlavními částmi této kapitoly je spouštění STATEFLOW, vytváření a otevírání modelů a popis základních položek okna nového modelu.

Část pátá obsahuje návod k vytváření vlastní knihovny. Je zde uveden postup při realizaci vlastní knihovny, dále pak popis editoru masky, editace cesty a knihovny. Také je zde uveden názorný příklad vytvoření vlastní knihovny.

Šestou částí jsou jednotlivé ilustrativní příklady. Jedná se o příklady s M-funkcí, S-funkcí a P, PI, PD a PID regulátory.

Předposlední sedmou část tvoří přeložený soubor slblocks.m do českého jazyka.

Nejrozsáhlejší a také poslední osmou částí práce je samostatná referenční příručka obsahující vybrané přeložené bloky knihovny SIMULINK do českého jazyka ve formě

přílohy. Tento dodatečný svazek poskytuje vysvětlení funkcí jednotlivých bloků nacházejících se v knihovně SIMULINKu, jež jsou nejčastěji používány při práci se SIMULINKem.

1 ÚVOD DO SIMULINKU

MATLAB, SIMULINK, STATEFLOW a další nadstavbové moduly tvoří otevřené vývojové a simulační prostředí pro řešení úloh z oblasti regulace a automatizace, zpracování signálů, kybernetiky, konstrukčních a statistických výpočtů a podobně. Tento balík programů se hojně využívá v telekomunikacích, energetice, automobilovém, leteckém a jaderném průmyslu, dále pak v oblasti chemie, lékařství, biotechnologie, životního prostředí a dalších přírodních věd, ale i v sektorech obrany, finančnictví a těžkého strojírenství. Systém je možno použít všude, kde je třeba analyzovat, navrhovat, modelovat, simulovat, testovat a především implementovat dosažené výsledky do podmínek reálného světa.

SIMULINK je program pro simulaci a modelování dynamických systémů, který využívá algoritmy MATLABu pro numerické řešení nelineárních diferenciálních rovnic. Poskytuje uživateli možnost snadno vytvářet modely dynamických soustav ve formě blokových schémat a rovnic, přetvářet již existující modely a doplňovat je o další komponenty. Pomocí SIMULINKu můžete snadno vytvářet modely, přetvářet již existující modely a doplňovat modely o další komponenty. Simulace jsou interaktivní, můžete tedy měnit parametry za běhu a okamžitě sledovat, co se děje. Máte okamžitý přístup ke všem nástrojům v SIMULINKu, můžete vzít výsledky, analyzovat je a vizualizovat. SIMULINK dokáže udělat z vašeho počítače malou laboratoř vhodnou k modelování a analýze systémů, jež mohou být podrobeny detailnímu zkoumání jejich chování.

Díky SIMULINKu a jeho grafickému editoru lze vytvářet modely lineárních, nelineárních, v čase diskrétních nebo spojitých systémů pouhým přesouváním funkčních bloků myší. SIMULINK také umožňuje spouštět určité části simulačního schématu (subsystémy) na základě výsledku logické podmínky. Tyto spouštěné a povolované subsystémy umožňují použití programu v náročných simulačních experimentech. Uživatel také může vytvářet své vlastní bloky a ukládat je do knihovny. Uživatelské prostředí je nezávislé na počítačové platformě. Díky této nezávislosti je možno přenášet modely mezi počítači. [6]-[10]

1.1 Spouštění SIMULINKu

Vlastní práce se SIMULINKem je jednoduchá. SIMULINK se spouští z MATLABu příkazem `simulink`. Poté je vytvořeno okno pro tvorbu nového modelu a také se nám na obrazovku otevře okno se všemi nainstalovanými knihovnami SIMULINKu. Jejich počet je vždy závislý na nainstalovaných toolboxech MATLABu. Z těchto knihoven můžeme pomocí myši přetahovat jednotlivé bloky, které jsou určeny matematickým popisem modelu, do vlastního okna modelu. Jednotlivé bloky lze propojit pomocí myši a pokud je vše v pořádku, lze spustit simulaci. [6]

1.2 Co SIMULINK obsahuje a jak pracuje

SIMULINK je schopen simulovat smíšené systémy obsahující spojitě části, diskrétní části i s různými periodami vzorkování a s posunutým vzorkováním. Je schopen simulovat i nelineární bloky a aproximovat chování systémů obsahujících algebraické smyčky, na které ovšem před simulací upozorňuje. [8]

Simulovaný systém může být jakéhokoli stupně, může mít rozdílné součásti, které jsou vybrány nebo doplněny. Pro modelování platí, že SIMULINK poskytuje grafické uživatelské rozhraní (GUI – graphical user interface) pro modelování blokových schémat. Modelování lze provádět myší pomocí techniky click-and-drag (kliknout-a-táhnout). S touto technikou můžete modelovat stejně snadno jako tužkou na papíře. Simulink obsahuje mimo jiné bloky knihovny: výstupy (sinks), zdroje (sources), lineární a nelineární komponenty, konektory. Také můžete navrhovat a vytvářet vlastní bloky. Modely jsou uspořádány podle hierarchie. Můžete si detailně prohlédnout systém, dvojitým kliknutím myší otevřete okno, kde je možno zadat hodnoty a zvolit určité parametry. Toto okno ukazuje, jak je model zkonstruován a jak jeho části fungují. Poté, co definujete model, můžete simulovat, pomocí mnoha integračních metod, nebo pomocí menu SIMULINKu, nebo pomocí zadávání příkazů v příkazovém okně MATLABu (MATLAB Command Window). Menu jsou zvláště vhodná pro interaktivní práci, když příkazový řádek je používán pro běh simulace. Používáním zobrazovacích prvků (scopes) a dalších bloků, můžete vidět výsledky simulací při jejich běhu. Pomocí dialogu můžete změnit parametry a pozorovat vliv této změny. Výsledky simulací mohou být zobrazeny na pracovní ploše MATLABu (MATLAB workspace). Nástroje pro analyzování modelů zahrnují linearizační a ořezávací komponenty, které mohou být vyhledány z MATLABovského

příkazového řádku (MATLAB Command line). Pomocí příkazového řádku mohou být také vyhledány další nástroje. [1]-[3], [6]-[10]

1.3 Součásti knihovny

Mezi základní části knihovny SIMULINKu patří knihovna spojitých (continuous), diskrétních (discrete), zdrojových (sources), zobrazovacích (sinks), matematických (math), nelineárních (nonlinear) signálových a subsystémových (signals & subsystems) bloků. [6]

1.4 Práce s bloky a jejich nastavování

Jednotlivé bloky knihovny lze táhnutím myši přenést do okna modelu a poklepáním na ně nastavit jejich parametry. Spojování bloků se provádí také myší. Táhnutím myši se stisknutým levým tlačítkem od místa výstupu či vstupu. Pokud potřebujeme signál rozvést, je vždy lepší táhnout od vstupu následujícího bloku na již propojenou linii, kde se signál automaticky naváže, objeví se uzel. Pokud chceme vložit k modelu doprovodný text, klikneme dvakrát na místo, kde má text být a zobrazí se nám malé editační okno. Stejně lze upravovat i popisy u jednotlivých bloků. Každý z bloků musí mít jiný název. [2], [6]

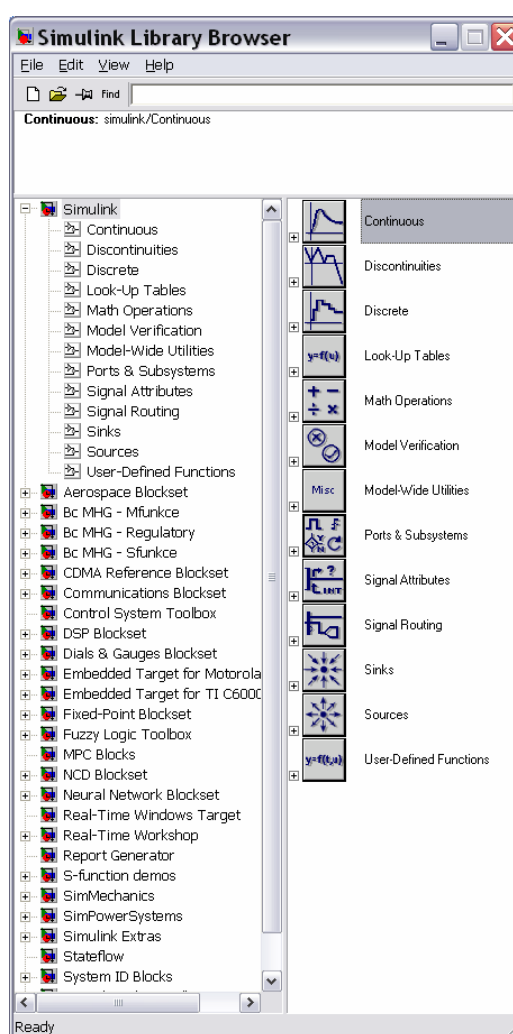
1.5 Bloky s S-funkcí

Základní a již dále nedělitelné jsou pouze bloky obsahující takzvané s-funkce. Jedná se o zabudované funkce, mex-soubory a nebo o obvyklé interpretované funkce uložené v m-souborech. Tyto funkce mají předepsané parametry a chování pro různé druhy volání. Pro spojitý systém v jednoduchosti informují o okamžitých hodnotách derivací a výstupů bloku pro diskrétní bloky o příštích hodnotách výstupů při zadaných vstupních hodnotách. Jednoduché nelineární bloky lze také vytvářet vložením libovolného přípustného výrazu v jazyku MATLABu do k tomu určeného bloku. [3], [8]

2 POPIS PROSTŘEDÍ SIMULINKU

2.1 Jak se dostat do programového prostředí SIMULINK

Po spuštění programu MATLAB se otevře několik dialogových oken. Do příkazového okna „Command Window“ zadejte příkaz simulink. Potvrzením této volby pomocí klávesy „Enter“ se otevře okno knihovny SIMULINKu (obr. 1). Zde už je možno tvořit vlastní modely, nebo otevřít již vytvořené, atd.



Obr. 1. Úvodní okno po spuštění
SIMULINKu obsahující knihovnu

2.2 Popis základních položek okna knihovny prostředí SIMULINK

Základní okno SIMULINKu, jež se objeví po jeho spuštění, je znázorněno na obr. 1.

- File:** tato položka obsahuje podpoložky: *New, Open, Close, Preferences*.
- **New:** vytvoření nového modelu (*Model*), nebo knihovny (*Library*).
 - **Open:** otevření uloženého modelu.
 - **Close:** zavření prostředí SIMULINK.
 - **Preferences:** otevře se dialogové okno pro nastavení různých prostředí programu MATLAB.
- Edit:** tato položka obsahuje podpoložky: *Add to the current model, Find block, Find next block*
- **Add to the current model:** přidá vybranou položku knihovny do vytvářeného modelu.
 - **Find block:** otevře se dialogové okno, pomocí něhož lze vyhledat bloky.
 - **Find next block:** vyhledá další blok.
- View:** tato položka obsahuje podpoložky: *Toolbar, Status bar, Description, Stay on top, Collapse entire Browser, Expand entire Browser, Large icons, Small icons, Show parameters for selected block*.
- **Toolbar:** zobrazuje ikony ve stavovém řádku.
 - **Status bar:** zobrazuje stav aplikace v dolním stavovém řádku.
 - **Description:** zobrazuje pod stavovým řádkem popis jednotlivých položek knihovny.
 - **Stay on top:** dialogové okno knihovny zůstane vždy navrchu.
 - **Collapse entire Browser:** zavře všechny podadresáře knihovny.
 - **Expand entire Browser:** otevře všechny podadresáře knihovny.
 - **Large icons:** velké ikony.
 - **Small icons:** malé ikony.
 - **Show parameters for selected block:** otevře dialogové okno s vybranou položkou knihovny a zobrazí jejich vlastnosti.

Help: tato položka obsahuje podpoložky: *Help on the selected block*, *Simulink Help*, *Tip of the day*.

- **Help on the selected block:** otevře dialogové okno nápovědy pro vybraný blok.
- **Simulink Help:** otevře dialogové okno nápovědy pro SIMULINK.
- **Tip of the day:** zobrazí tip dne vygenerovaný počítačem.

2.3 Jak vytvořit nový model

Vytvoření nového modelu je velmi jednoduché. Okno pro vytvoření nového modelu se dá vytvořit třemi způsoby:

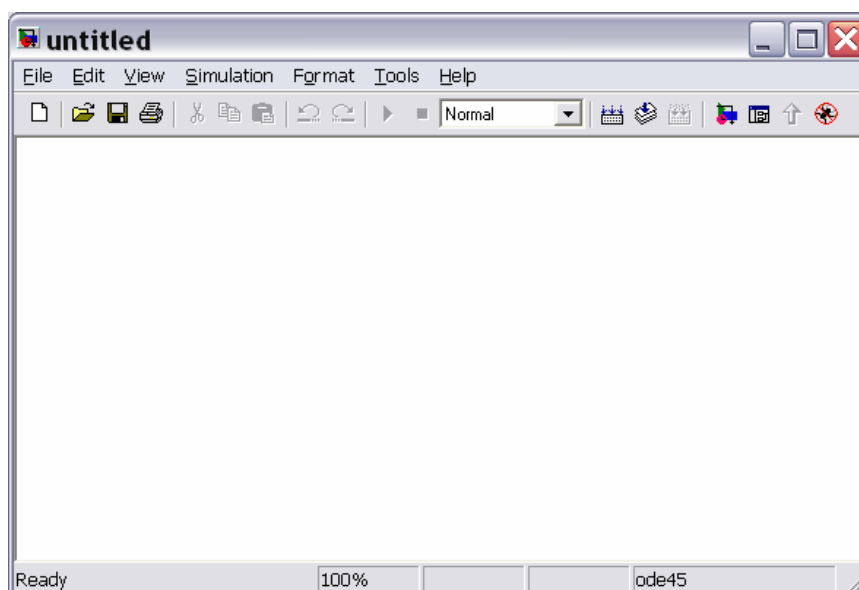
- na ikonové liště klikněte na ikonu, která je nejvíce vlevo (obrázek prázdného bílého listu). Po stisknutí tohoto tlačítka se objeví prázdné modelovací okno.
- pomocí klávesové kombinace „Ctrl+N“ se otevře prázdné modelovací okno.
- V něm klikněte na položku „File → New → Model“. Po tomto procesu se objeví prázdné okno modelu.

2.4 Jak otevřít uložený model

Otevření požadovaného modelu je velmi jednoduché. Tato akce se dá provést třemi způsoby:

- Na liště ikon klikněte na ikonu, jež je druhá zleva (obrázek pootevřené složky). Po stisknutí tohoto tlačítka se objeví MATLABovská složka „work“, kde se defaultně ukládají všechny modely.
- pomocí klávesové kombinace „Ctrl+O“ se otevře MATLABovská složka „work“, kde se defaultně ukládají všechny modely.
- v něm klikněte na položku „File → Open“. Po tomto procesu se otevře MATLABovská složka „work“, kde se defaultně ukládají všechny modely.

2.5 Popis základních položek editačního okna nového modelu prostředí SIMULINK



Obr. 2. Prázdné okno pro vytváření nového modelu

File: tato položka obsahuje podpoložky: *New, Open, Close, Save, Save as, Source Control, Model Properties, Preferences, Print, Print details, Print setup, Exit MATLAB.*

- **New:** vytvoření nového modelu (*Model*), nebo knihovny (*Library*).
- **Open:** otevření uloženého modelu.
- **Close:** zavření prostředí okna pro vytváření modelu.
- **Save:** uložení aktuálního modelu.
- **Save as:** uložení aktuálního modelu pod vybraným názvem.
- **Source Control:** provádí kontrolu verzí modelu.
- **Model Properties:** otevře se dialogové okno, kde jsou zobrazeny informace o modelu.
- **Preferences:** otevře se dialogové okno pro nastavení různých vlastností SIMULINKu.
- **Print:** tisk modelu.
- **Print details:** tisk podrobností modelu.
- **Print setup:** nastavení pro tisk.
- **Exit MATLAB:** zavření programu MATLAB.

Edit: tato položka obsahuje podpoložky: *Undo, Redo, Cut, Copy, Paste, Clear, Select all, Copy model to clipboard, Find, ??? parameters, Block properties, Create subsystem, Mask subsystem, Look under mask, Link options, Update digram.*

- **Undo:** vrací o krok zpět.
- **Redo:** vrací o krok dopředu.
- **Cut:** vyříznutí bloku.
- **Copy:** kopírování bloku.
- **Paste:** přidání označeného bloku.
- **Clear:** odstranění bloku.
- **Select all:** vybrání všech bloků a propojovacích čar.
- **Copy model to clipboard:** zkopírování modelu.
- **Find:** nalezení bloku.
- **??? parameters:** zobrazí parametry vybraného bloku.
- **Block propeties:** zobrazí informace o bloku.
- **Create subsystem:** vytvoření subsystému.
- **Mask subsystem:** zamaskování subsystému.
- **Look under mask:** pohled pod masku.
- **Link options:** možnosti propojení.
- **Update diagram:** aktualizace diagramu.

View: tato položka obsahuje podpoložky: *Go to parent, Toolbar, Status bar, Model browser options, Block data tips options, Library browser, Zoom in, Zoom out, Fit system to view, Normal 100%, Remove highlighting.*

- **Go to parent:** je-li stávající systém potomkem, pak tahle volba nás uvede k jeho rodiči.
- **Toolbar:** zobrazuje ikony.
- **Status bar:** zobrazuje stav aplikace v dolním stavovém řádku.
- **Model browser options:** volby knihovny (**Model browser**-zobrazí knihovnu, **Show library links**-zobrazí propojení s knihovnou, **Show masked subsystems**-zobrazí maskované subsystémy).

- **Block data tips options:** možnosti bloku (**Block name**-zobrazí jméno bloku, **Parameter names and values**-zobrazí jména a hodnoty parametru, **User description string**-zobrazí uživatelem definovaný řetězec).
- **Library browser:** zobrazí knihovnu SIMULINKu, prohlížeč knihoven.
- **Zoom in:** přiblížení.
- **Zoom out:** oddálení.
- **Fit system to view:** upravení velikosti ikon tak, aby byl vidět celý model.
- **Normal 100%:** zobrazení v normální velikosti.
- **Remove highlighting:** odstranění označeného.

Simulation: tato položka obsahuje podpoložky: *Start, Stop, Simulation parameters, Mechanical enviroment, Normal, Accelerator, External.*

- **Start:** spuštění simulace.
- **Stop:** zastavení simulace.
- **Simulation parameters:** otevře se dialogové okno s parametry simulace.
- **Mechanical enviroment:** otevře se dialogové okno, kde lze definovat fyzikální veličiny působící na model.
- **Normal:** normální simulace.
- **Accelerator:** zrychlený chod simulace.
- **External:** externí simulace.

Format: tato položka obsahuje podpoložky: *Font, Enable Tex commands, Text alignment, Flip name, Show name/Hide name, Flip block, Rotate block, Show/Hide drop shadow, Show port lables, Foreground color, Background color, Screen color, Library link display, Sample time colors, Wide nonscalar lines, Signal dimensions, Port data types, Storage class, Execution order.*

- **Font:** volba druhu písma.
- **Enable Tex commands:** umožní použití syntaxe Texu.
- **Text alignment:** zarovnání textu.

- **Flip name:** poloha textu bloku nad nebo pod ním.
- **Show name/Hide name:** zobrazuje nebo skrývá název bloku.
- **Flip block:** poloha bloku, jeho prohození.
- **Rotate block:** otáčení bloku.
- **Show/Hide drop shadow:** zobrazení stínu pod blokem.
- **Show port labels:** ukazuje jména portů.
- **Foreground color:** barva popředí.
- **Background color:** barva pozadí.
- **Screen color:** barva pracovní plochy.
- **Library link display:** zobrazení propojení s knihovnou, knihovnami.
- **Sample time colors:** je-li více period vzorkování, pak čáry, které je představují se zobrazí jinou barvou.
- **Wide nonscalar lines:** čáry představující vektory budou tučně.
- **Signal dimensions:** zobrazit dimenzi u čar číslem.
- **Port data types:** nastavení datových typů portů.
- **Storage class:** příslušnost ke třídě při ukládání.
- **Execution order:** pořadí spouštění bloků.

- Tools:** tato položka obsahuje podpoložky: *Data explorer, Simulink debugger, Look-up table editor, Data class designer, Model discretizer, Model differences, Profiler, Coverage settings, Real-Time Workshop, External mode control panel, Fixed-Point settings, Linear analysis, Reprot generator, Requirements management interface.*
- **Data explorer:** otevře se dialogové okno, kde je možno vybrat soubory k prozkoumání.
 - **Simulink debugger:** otevře se dialogové okno, kde je možno odstranit chyby ve schématu uživatelem vytvořeného modelu.
 - **Look-up table editor:** otevře se editor vyhledávacích tabulek.
 - **Data class designer:** otevře se dialogové okno, kde je možno definovat různé parametry příslušnosti k třídě dat.
 - **Model discretizer:** otevře se dialogové okno, kde je možno zadávat různé hodnoty pro diskretizaci modelu .

- **Model differences:** zde je na výběr ze dvou možností (*Merge/Compare two models*-sloučení nebo porovnání dvou modelů, *Compare two last saved models*-porovnání dvou posledních uložených modelů).
- **Profiler:** nástroj pro optimalizaci kódu v čase.
- **Coverage settings:** otevře se dialogové okno, kde je možno vybírat různé parametry.
- **Real-Time Workshop:** zde je na výběr ze čtyř možností (*Options*-otevře se dialogové okno, kde je možno zadávat různé parametry, *Build Model*-vytvoření modelu, *Build Subsystem*-vytvoření subsystému, *Generate S-Function*-vygenerování S-funkce).
- **External mode control panel:** otevře se dialogové okno, kde je možno pracovat s externími zdroji.
- **Fixed-Point settings:** otevře se dialogové okno pro nastavení pevného bodu.
- **Linear analysis:** provede lineární analýzu.
- **Report generator:** vytváří zprávu o vybraném bloku.
- **Requirements management interface:** slouží pro sloučení požadovaných objektů SIMULINKu, STATEFLOW a M-souborů.

Help: tato položka obsahuje podpoložky: *Using Simulink, Blocks, Blocksets, Shortcuts, S-Functions, Demos, About Simulink*

- **Using Simulink:** otevře dialogové okno nápovědy pro práci se Simulinkem.
- **Blocks:** otevře dialogové okno nápovědy pro bloky.
- **Blocksets:** zde je na výběr z jedenácti možností (*Aerospace, CDMA Reference, Communications, DSP, Dials & Gauges, Fixed Point, MPC555, SimMechanics, SimPowerSystems, TI C6000, Virtual Reality, xPC Target* – ke každé z možností se otevře nápověda pro vybrané téma)
- **Shortcuts:** otevře dialogové okno nápovědy pro klávesové zkratky jednotlivých příkazů.
- **S-Functions:** otevře dialogové okno nápovědy pro S-funkci.

- **Demos:** otevře dialogové okno nápovědy pro dema charakterizující Simulink.
- **About Simulink:** otevře informační okno o verzi SIMULINKu.

3 ÚVOD DO STATEFLOW

STATEFLOW je součástí výkonného, flexibilního a především vzájemně propojeného balíku programových nástrojů pro vývoj aplikací složených z programů MATLAB, SIMULINK a STATEFLOW a dalších podprogramů.

STATEFLOW je interaktivní, grafický vývojový nástroj pro modelování událostmi řízených systémů. Pro návrh těchto systémů je zde využita teorie konečných automatů s několika systémovými reprezentacemi, stavový popis, vývojové diagramy a podobně. STATEFLOW spolupracuje spolu se SIMULINKem. Do spojitých nelineárních modelů navržených v programu SIMULINK je možno pomocí STATEFLOW efektivním způsobem začlenit složitou, událostmi řízenou logiku, a to vše prostřednictvím intuitivního grafického uživatelského rozhraní. STATEFLOW je vhodné prostředí pro modelování logik použitých ke kontrole a dohledu nad fyzikálními strojními zařízeními modelovanými v SIMULINKu.

STATEFLOW, SIMULINK a MATLAB spolu vytváří unikátní integrované simulační prostředí.

STATEFLOW je integrováno s prostředím SIMULINKu k modelování, simulaci a analyzování složitých dynamických systémů. STATEFLOW umožňuje navrhování a vyvíjení řízených systémů v grafickém prostředí.

Jednou z největších výhod programu STATEFLOW je jeho plná integrace do výpočetního prostředí MATLAB/SIMULINK. STATEFLOW diagramy mohou být přímo součástí schémat v SIMULINKu a reprezentovat zde událostmi řízené chování simulovaného dynamického systému. SIMULINK/STATEFLOW tak dokáže simulovat jak dynamiku fyzikální podstaty soustavy (spojité procesy), tak chování logiky řídicího systému, který tuto soustavu ovládá. Uživatelé tak mohou navrhovat a simulovat chování soustav, které se skládají jak ze spojitých, tak z událostmi řízených součástí. Tímto způsobem je možné simulovat a navrhovat regulace pro složité soustavy reálného světa.

Program STATEFLOW se hojně využívá v automobilovém průmyslu (návrhy ABS systémů, řízení spalovacích motorů a automatických spojek), dále v armádním vývoji (návrhy radarových a naváděcích systémů), v letectví (systémy automatické pilotáže, řízení bezpilotních letounů) a v dalších průmyslových a vývojových odvětvích, které řeší problémy spojené s vývojem řídicích, monitorovacích, zabezpečovacích, komunikačních,

naváděcích a podobných zařízení. Mezi tyto odvětví lze zařadit například počítače, spotřební elektroniku a především komunikace. [5], [10]-[12]

3.1 Používání kódů a programování

Program STATEFLOW používá pro vygenerování kódů ze svých fyzikálních soustav Stateflow Coder a Real Time Workshop, jež generuje kód v jazyce C, který je přenosný na nezávislé platformy (procesory řídicích systémů, signálové procesory). Tento postup umožňuje jak velice efektivní cestu od návrhu k realizaci aplikace, tak i možnost provádět simulace na reálném zařízení. Jedná se o takzvanou metodu *grafický návrh - simulace - přímé generování výsledného programu*.

Programování ve STATEFLOW spočívá v definici stavů, do kterých se může během provozu systém dostat a dále v definici podmínek, za kterých nastávají přechody mezi těmito jednotlivými stavy. Vše se provádí v grafickém prostředí. Stavy se kreslí jako "bubliny" s popisem stavových proměnných, přechody mezi stavy jsou označeny šipkami s definicí přechodové podmínky. Diagramy se vytváří velmi snadno. Pouhým pohybem myši docílíme jejich vytvoření. Není třeba znalost klasického programovacího jazyka. Další výhodou je přehlednost a hierarchická struktura diagramů. Díky takovému provedení odpadají problémy s čitelností kódu známé z klasických programovacích jazyků. Nejdůležitějším důsledkem tohoto uspořádání je především přístupnost vývojářům všech profesí a zaměření, nejen programátorům. [4], [10]-[12]

3.2 Jak STATEFLOW pracuje

V SIMULINKu blok STATEFLOW používá diagram STATEFLOW k popisu objektu s diskrétně nastavenými parametry módů. Tyto módy jsou známy jako stavové. Konečný stav nástroje Stateflow zpětně reaguje na události měnících se stavů kontrolovaného objektu. Chování objektu záleží na tom, jaký je právě stav objektu a jak se mění objekt z jednoho stavu na druhý.

STATEFLOW je nástrojem SIMULINKu, jež může být použit k popisu dynamické kontroly řízeného objektu ve fyzikálním strojním zařízení, které modelujete v SIMULINKu. Řízený objekt může být motor, pumpa, nebo jiný stroj, který mění své chování během operace. V diagramech STATEFLOW můžete názorně modelovat reakce

řízeného objektu na fyzikální události pomocí senzorů a přepínačů. Tyto reakce dělají rozhodnutí, které mění chování modelu SIMULINKu. [5], [11]

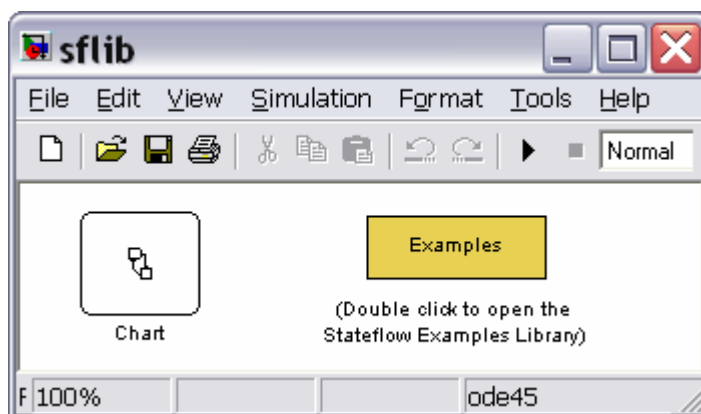
4 POPIS PROSTŘEDÍ STATEFLOW

4.1 Jak se dostat do programového prostředí STATEFLOW

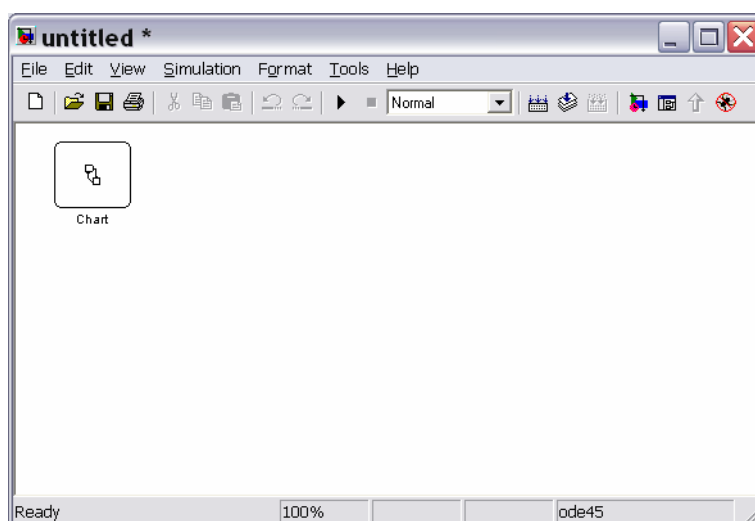
Po spuštění programu MATLAB se otevře několik dialogových oken. Do příkazového okna „Command Window“ zadejte příkaz stateflow. Potvrzením této volby pomocí klávesy „Enter“ se otevřou dvě okna prostředí STATEFLOW (obr. 3, obr. 4). Zde už je možno tvořit vlastní modely, nebo otevřít již vytvořené, atd.

Po spuštění STATEFLOW se otevřou dvě okna totožné s prostředím SIMULINK.

V prvním okně jsou uvedeny názorné příklady využití STATEFLOW, druhé okno je určeno pro Vaši práci.



Obr. 3. Úvodní okno po spuštění STATEFLOW



Obr. 4. Úvodní okno po spuštění STATEFLOW

4.2 Jak vytvořit nový model

Vytvoření nového modelu je velmi jednoduché. Okno pro vytvoření nového modelu se dá vytvořit třemi způsoby:

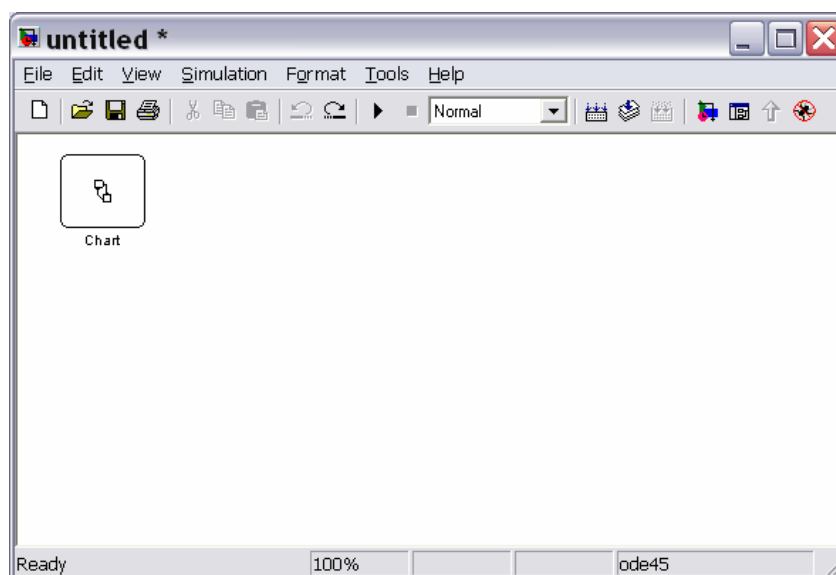
- ve stavovém řádku klikněte na ikonu, která je nejvíce vlevo (obrázek prázdného bílého listu). Po stisknutí tohoto tlačítka se objeví prázdné okno modelu.
- pomocí klávesové kombinace „Ctrl+N“ se otevře prázdné okno modelu.
- ve stavovém řádku klikněte na položku „File → New → Model“. Po tomto procesu se objeví prázdné okno modelu.

4.3 Jak otevřít uložený model

Otevření požadovaného modelu je velmi jednoduché. Tato akce se dá provést třemi způsoby:

- ve stavovém řádku klikněte na ikonu, jež je druhá zleva (obrázek pootevřené žluté složky). Po stisknutí tohoto tlačítka se objeví MATLABovská složka „work“, kde se defaultně ukládají všechny modely.
- pomocí klávesové kombinace „Ctrl+O“ se otevře MATLABovská složka „work“, kde se defaultně ukládají všechny modely.
- ve stavovém řádku klikněte na položku „File → Open“. Otevře se MATLABovská složka „work“, kde se defaultně ukládají všechny modely.

4.4 Popis základních položek okna nového modelu prostředí STATEFLOW



Obr. 5. Prázdné okno pro vytváření nového modelu

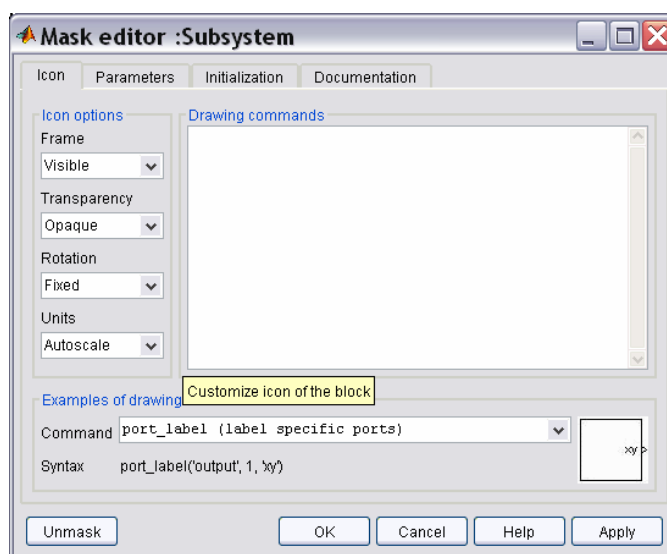
Jelikož položky v menu okna pro tvorbu modelu STATEFLOW jsou totožné s položkami okna pro tvorbu modelu SIMULINKu, jsou tyto uvedeny v kapitole popis základních položek editačního okna nového modelu prostředí SIMULINK.

5 VYTVOŘENÍ VLASTNÍ KNIHOVNY

Vlastní knihovnu lze vytvořit několika způsoby. V této části práce je uveden postup, který jsem použil pro vytvoření mé vlastní knihovny, která je součástí této práce.

5.1 Postup při vytváření vlastní knihovny

- V příkazovém okně prostředí MATLAB příkazem *simulink* spustíte prostředí SIMULINK.
- Otevře se knihovna SIMULINKu.
- V hlavním řádku vyberte příkaz: *File* → *New* → *Library*.
- Otevře se prázdné okno pro vytvoření nové knihovny SIMULINKu.
- Přetáhnutím Vámi vybraných bloků z knihovny vytvořte Váš požadovaný model, který bude později žádanou položkou knihovny.
- Zhotovený model označte a pravým tlačítkem myši zadejte příkaz *Create subsystem*.
- Jednotlivé bloky Vašeho modelu se seskupí do jednoho bloku, subsystému.
- Znovu klikněte na blok pravým tlačítkem myši a zadejte příkaz *Mask subsystem*.
- Otevře se dialogové okno nazvané „Mask editor: Subsystem“.



Obr. 6. Dialogové okno pro vytvoření maskovaného subsystému

Popis jednotlivých položek tohoto okna je uveden v následující kapitole.

5.2 Popis editoru masky

- Záložka **Icon**: do editačního okna *Drawing commands* napište: **disp** (*‘název subsystému’*)
- Záložka **Parameters**: pomocí tlačítka *Add* vytvoříte pole pro editování proměnných.
 - Do pole *Prompt* zadejte jednoduchý popis pro zadání proměnné.
 - Do pole *Variable* zadejte symbol proměnné.
- Záložka **Documentation**: v této záložce jsou tři editační okna.
 - Do pole *Mask type* zadejte název maskovaného subsystému.
 - Do pole *Mask description* vepište popis maskovaného subsystému.
 - Do pole *Mask help* zadejte nápovědu, jež se zobrazí po stisknutí tlačítka *Help*.

Po projití jednotlivých položek klepněte na tlačítko OK a Vaše změny budou uloženy, maska subsystému se automaticky uzamkne.

Jestliže jste ukončili editaci Vaší budoucí položky knihovny SIMULINKu, uložte tento blok pomocí příkazu File → Save do C:/MATLAB6p5/toolbox/Vaše složka*.

*Název „Vaše složka“ je libovolný, název složky, do níž budete ukládat jednotlivé soubory Vaší knihovny.

5.3 Editace cesty a knihovny

Vytvořte adresář C:/MATLAB6p5/toolbox/Vaše složka (Vaše složka je jméno, které přiřadíte Vašemu adresáři. V tomto adresáři bude uložen *Váš model.mdl*).

Do tohoto adresáře si nakopírujte soubor *slblocks.m* z nějaké jiné knihovny jiného toolboxu, např.: C:/MATLAB6p5/toolbox/fuzzy/fuzzy/slblocks.m

Tento soubor zeditujte následovně: V souboru *slblocks.m* upravte v řádku *blkStruct.OpenFcn = 'jméno modelu'*; kde jméno modelu je název Vaší uložené položky knihovny *Váš model.mdl*.

Dále v souboru: *C:\MATLAB6p5\toolbox\local\path\matlab.phl* upravte poslední řádek. Zadejte zde cestu, kde je uložena Vaše položka knihovny (toolbox/Vaše složka).

Na cestě *C:\MATLAB6p5\toolbox\local\path\Vaše složka* vytvořte soubor *Vaše složka.phl*. zde napište: *toolbox/Vaše složka*.

Provedete-li všechny tyto úkony, spusťte program MATLAB. Je potřeba přidat cestu k Vaší knihovně do příslušné cesty.

V programu MATLAB proveďte následující kroky:

- Ve stavovém řádku dejte příkaz: File → Set path.
- Po otevření dialogového okna „Set path“ klikněte na tlačítko *Add with Subfolders....*
- Po stisknutí se otevře další dialogové okno s cestami.
- Vyberte *C:\MATLAB6p5\toolbox\Vaše složka*.
- Vámi vybraná cesta se objeví v podokně dialogového okna „Set path“.
- Právě přidaná cesta je označena šedou barvou. Klikněte na tlačítko *Move to Bottom* k přesunutí Vámi vybrané cesty na spodek všech cest. Tento krok je nutný. Jinak nebude Vaše knihovna přidána do seznamu knihovny SIMULINKu.
- Nakonec klikněte na tlačítko *Save*. Přidání nové cesty bude uloženo a knihovna SIMULINKu bude aktualizována o Vámi vytvořenou položku.

5.4 Názorný příklad vytvoření knihovny

Jelikož vytvoření knihovny není zrovna jednoduchou záležitostí, rozhodl jsem se Vám dát názorný příklad, jak tohoto cíle dosáhnout. Doufám, že Vám tento názorný příklad pomůže. S tím, jak vytvořit novou položku knihovny se již zabývat nebudu (Vytvoření

bloku, příkaz *Create subsystem*, *Mask subsystem*). Tento návod začíná až uložením vytvořené budoucí položky knihovny SIMULINKu.

- Před samotným uložením našeho modelu si vytvoříme adresář *MARTIN* na cestě *C:/MATLAB6p5/toolbox/*. Vytvořenou položku knihovny uložíme pod jménem *Pregulator* do právě vytvořeného adresáře *C:/MATLAB6p5/toolbox/MARTIN*.
- Z adresáře *C:/MATLAB6p5/toolbox/fuzzy/fuzzy* si nakopírujeme do adresáře *C:/MATLAB6p5/toolbox/MARTIN* soubor *slblocks.m*.
- Soubor *slblocks.m* následovně zeditujeme:
 - řádek *blkStruct.Name = sprintf('%s\n%s','Fuzzy Logic','Toolbox');*
přepíšeme na *blkStruct.Name = sprintf('%s\n%s','Bc MHG - Sfunkce');*.
Tento řádek nám udává, jak se bude jmenovat záložka, v níž bude uložena naše položka knihovny.
 - dále zeditujeme řádek *blkStruct.OpenFcn = 'fuzblock';* na
blkStruct.OpenFcn = 'Pregulator';. Zde je třeba zadat název modelu knihovny, v našem případě uložen jako *Pregulator.mdl*.
- Takže v adresáři *C:/MATLAB6p5/toolbox/MARTIN* budeme mít soubory: *slblocks.m*, *Pregulator.mdl*. Pokud blok využívá také i nějakou M funkci, uložíme ji také do tohoto adresáře. V našem případě blok *Pregulator.mdl* používá ke své činnosti M funkci *Pregulator.m*.
- Dále v adresáři *C:/MATLAB6p5/toolbox/local/path* zeditujeme následovně soubor *matlab.phl*: na konec všech cest připsáme cestu *toolbox/MARTIN*.
- V tomtéž adresáři, *C:/MATLAB6p5/toolbox/local/path* vytvoříme soubor *MARTIN.phl*, v němž bude opět napsána cesta *toolbox/MARTIN*.
- Tímto máme dokončenu tvorbu a editaci souborů potřebných k vytvoření vlastní knihovny SIMULINKu.
- Otevřeme tedy MATLAB.
- Ve stavovém řádku zadáme příkaz: File → Set path.
- Otevře se nám dialogové okno „Set path“. Klikneme na tlačítko *Add with Subfolders...*
- Po stisknutí se nám otevře další dialogové okno s cestami.
- Z něj vybereme cestu *C:/MATLAB6p5/toolbox/MARTIN*.
- Vybrána cesta se nám objeví v podokně dialogového okna „Set path“.

- Právě přidaná cesta je označena šedou barvou. Klikneme na tlačítko *Move to Bottom* k přesunutí námi vybrané cesty na spodek všech cest. Tento krok je nutný. Jinak nebude naše knihovna přidána do seznamu knihovny SIMULINKu.
- Nakonec klikneme na tlačítko *Save*. Přidání nové cesty bude uloženo a knihovna SIMULINKu bude aktualizována o naši vytvořenou položku.

6 PŘÍKLADY M-FUNKCE, S-FUNKCE A KNIHOVNY

6.1 Příklad s M-funkcí

Ilustrativní modelový příklad používající M-funkci se jmenuje *kvadr.mdl* a k dispozici je v knihovně SIMULINKu v záložce Bc MHG – Mfunkce. Díky tomuto jednoduchému programu můžeme lehce vypočítat objem, povrch a úhlopříčku kváдру. Jsou zde tři konstanty (a, b, c) charakterizující šířku, hloubku a výšku kváдру. Tyto lze libovolně měnit před každým výpočtem. Po dokončení výpočtu se nám zobrazí výsledky ve třech displejích nazvaných objem, povrch a tělesová úhlopříčka.

Soubor *kvadr.mdl* při své činnosti volá funkci *kvadr.m*. V této funkci jsou definovány jednotlivé konstanty a, b, c. Dále jsou v souboru zaznamenány výpočtové vztahy pro jednotlivé veličiny. Tyto veličiny jsou označeny jako V (objem kváдру), S (povrch kváдру) a u (úhlopříčka kváдру).

6.2 Příklad s S-funkcí

Dalším ilustrativním příkladem je model používající S-funkci. Tento model je pojmenován jako *Pregulator.mdl* a k dispozici je v knihovně SIMULINKu v záložce Bc MHG – Sfunkce. Pomocí něj můžeme vynásobit námi zvolenou konstantu námi vybraným číslem. Při výpočtu si tento model volá soubor *Pregulator.m*. V něm jsou uloženy jednotlivé konstanty u, P. Dále tento soubor obsahuje výpočetní vztah, podle nějž se provede násobení.

6.3 Příklad s P, PI, PD a PID regulátory

Posledním ilustrativním příkladem je položka knihovny s P (PI, PD, PID) regulátorem nazvaný *regulator.mdl* a k dispozici je v knihovně SIMULINKu v záložce Bc MHG – Regulatory. Pomocí tohoto modelu můžeme simulovat, jak budou jednotlivé regulátory regulovat daný systém se skokovou změnou žádané hodnoty. Pro tento model se ukázalo vhodné zvolit pevný krok výpočtu.

7 PARAMETRY SOUBORU SLBLOCKS.M

```
function blkStruct = slblocks
%SLBLOCKS definuje knihovnu bloků pro specifikovaný Toolbox nebo Blockset.

% Copyright 1986-2002 The MathWorks, Inc.
% $Revision: 1.13 $

% Jméno subsystému, který se nám zobrazí v SIMULINKové knihovně
% Příklad: blkStruct.Name = 'DSP Blockset';
blkStruct.Name = ['Controls' sprintf('\n') 'Toolbox'];

% Funkce, která bude volána, když uživatel dvakrát klikne na tuto ikonu.
% Příklad: blkStruct.OpenFcn = 'dsplib';
blkStruct.OpenFcn = 'ExampleTF=tf([1 0],[1 1]);cstblocks;';%.mdl file

% Argument, který bude nastaven jako maska zobrazení pro daný subsystém.
% Příklad: blkStruct.MaskDisplay = 'plot([0:2*pi],sin([0:2*pi]));';
blkStruct.MaskDisplay = 'disp("LTI")';

% Definuje seznam knihoven pro Simulink Library Browser (Prohlížeč knihoven
% Simulinku).
% Vrací název souboru modelu knihovny a pojmenování knihovny.
Browser(1).Library = 'cstblocks';
Browser(1).Name = 'Control System Toolbox';
Browser(1).IsFlat = 1;

blkStruct.Browser = Browser;
```

ZÁVĚR

Dovoluji si prohlásit, že bakalářská práce byla vyhotovena v rozsahu stanovených cílů. Při psaní práce jsem vycházel ze seznamu doporučené odborné literatury. Další údaje jsem doplnil z internetu.

Provedením literární rešerše originální firemní literatury programového prostředí SIMULINK s překladem do českého jazyka byla vyhotovena referenční příručka. Tento text je koncipován jako případná součást materiálů pro výuku předmětu Počítačová podpora automatického řízení (PPAŘ), jedná se konkrétně o SIMULINK a STATEFLOW. Překladem firemních uživatelských příruček a jejich doplněním z další literatury byl vypracován materiál popisující úvod do SIMULINKu a popis jeho rozhraní. Následně byl vytvořen textový podklad popisující stručný úvod do STATEFLOW a popis jeho rozhraní. I v tomto případě zůstala základem odborná firemní literatura, doplněná dalšími odkazy. Dále byly v aplikaci SIMULINK vytvořeny jednoduché ilustrativní příklady modelů. Tyto jsou uloženy ve vlastní knihovně. Funkce těchto modelů je stručně popsána.

Referenční příručka je provedena jako samostatná příloha. Tento textový podklad pro výuku obsahuje nejčastěji používané, vybrané položky knihovny SIMULINKu. Při překladu jednotlivých bloků knihovny bylo využito jak firemní literatury, tak hlavně samotné elektronické nápovědy aplikace SIMULINK. Jednotlivé bloky jsou uspořádány v adresářích, respektive kapitolách, obdobně, jak je tomu v knihovně nástroje SIMULINK. Celkový počet těchto sekcí je šest. Hlavními částmi příručky jsou: Continuous (Spojité bloky), Discrete (Diskrétní bloky), Math Operations (Matematické operace), Signal Routing (Propojení signálů), Sinks (Zobrazovací bloky) a Sources (Zdroje). Popisy jednotlivých bloků kapitol mají totožný charakter. Pod názvem bloku a jeho umístěním je jeho ikona. Následuje stručný popis funkce bloku. Další, nejobsáhlejší částí, je podrobný popis jednotlivých funkcí bloku, v některých případech je i uveden názorný příklad, jak tento blok pracuje. Poslední sekcí jsou parametry dialogového okna. Zde nalezneme obrázek dialogového okna, ve kterém je možno měnit jednotlivé parametry. Vše je doplněno stručným popisem jednotlivých parametrů okna.

Úvod do SIMULINKu má usnadnit i nezasvěcenému uživateli přístup do operačního prostředí, seznámit ho s jeho obsahem, strukturou, funkcí a jeho využíváním v reálném světě. Úvod je dále doplněn o další částí vztahující se k tomuto tématu. Jedná se o popis spouštění aplikace SIMULINK a upřesnění, jakým způsobem se dá tento program využít.

Je zde nastíněna integrace SIMULINKu a MATLABu. Rozepsán je seznam základních položek knihovny. Dalšími částmi doplňující popis prostředí SIMULINKu je práce s jeho bloky, jejich nastavování a bloky používající S-funkci.

Popis prostředí SIMULINKu je obsáhlou kapitolou, jež komentuje prostředí, v němž se běžný uživatel nejčastěji pohybuje. Na začátku této sekce je návod, jak se dostat do programového prostředí SIMULINKu. Vše je doplněno o obrázek, který ukazuje, jak vypadá úvodní okno po spuštění SIMULINKu obsahující knihovnu. Díky popisu základních položek okna knihovny prostředí SIMULINK se lze snadno dozvědět, co který příkaz ve stavovém řádku znamená. Vše je rozděleno podle čtyř položek stavového řádku. Jedná se o ikony File (Soubor), Edit (Úpravy), View (Zobrazit) a Help (Nápověda). Dále zde nalezneme krátké články, jak vytvořit nový model a kterak otevřít již model uložený. Poslední obsáhlou částí kapitoly vztahující se k programu SIMULINK je popis základních položek okna, jež se objeví při tvorbě nového SIMULINKového modelu. Pro lepší orientaci je zde obrázek, reprezentující toto editační okno. K dispozici je i popis jednotlivých tlačítek stavového řádku. Jedná se o sedm tlačítek File (Soubor), Edit (Úpravy), View (Zobrazit), Simulation (Simulace), Format (Formát), Tools (Nástroje) a Help (Nápověda).

Obdobným způsobem byl vytvořen textový úvod k aplikaci STATEFLOW. Překladem firemní literatury a jejím doplněním o další vybrané texty byl vytvořen popis prostředí a rozhraní programu STATEFLOW pro uživatele začátečníky. Úvod do STATEFLOW obsahuje témata napovídající o struktuře, začlenění a využití této aplikace v moderním světě. Částí pojednávající o tom, jakým způsobem STATEFLOW pracuje, je kapitolka používání kódů a programování. Zde je popsán způsob programování, jaký typ kódu se používá a jak s ním aplikace zachází. Popis, jak STATEFLOW pracuje je dalším tématem, kde se lze dozvědět, co za nástroj STATEFLOW je a jak se objekt chová na základě stavů. Popis prostředí STATEFLOW charakterizuje taktéž operační prostředí, jak tomu bylo u aplikace SIMULINK. Na začátku této sekce je návod, jak se dostat do programového prostředí STATEFLOW. Pod tímto textem je obrázek, jež znázorňuje, jak vypadá prostředí této aplikace. Dále je zde popsáno vytvoření nového modelu a otevírání již modelu uloženého. Poslední částí pojednávající o nástroji STATEFLOW je popis základních položek okna, které se otevře, pokud je zadán příkaz k vytvoření nového modelu. Pro lepší orientaci je zde obrázek tohoto prostředí. Jelikož položky v menu okna pro tvorbu modelu STATEFLOW jsou totožné s položkami okna pro tvorbu modelu SIMULINKu, jsou tyto

uvezeny v kapitole popis základních položek editačního okna nového modelu prostředí SIMULINK.

V souladu se zadáním bakalářské práce byly vytvořeny v SIMULINKu ilustrativní příklady jednoduchých modelů, jejich popis a vlastní knihovnu.

Celkem byly vypracovány tři různé modely. Jedná se o příklad s M-funkcí obsahující soubory kvadr.m, kvadr.mdl, slblocks.m; S-funkcí (Pregulator.m, Pregulator.mdl, slblocks.m) a P, PI, PD a PID regulátory (regulator.mdl, slblocks.m). Tyto jsou uloženy ve vlastní knihovně v položkách Bc MHG - M funkce, Bc MHG - S funkce a Bc MHG - Regulatory. V kapitole popis vytvořených položek knihovny SIMULINKu jsou charakterizovány jednotlivé příklady. Příklad s M funkcí slouží k výpočtu objemu, povrchu a úhlopříčky kvádrů. Příklad s S funkcí násobí zvolenou konstantu vybraným číslem pomocí volaného m-souboru. Příklad s P, PI, PD a PID regulátory slouží k názornému regulování zvolených systémů.

Postup při vytváření vlastní knihovny je popsán v dalším článku. Zde je uveden celkový postup od spuštění SIMULINKu, přes vytvoření subsystému, zamaskování subsystému a uložení bloku až po editaci cesty a knihovny. Popsán je zde i editor masky, včetně obrázku dialogového okna pro vytváření maskovaného subsystému. Popis editoru masky je rozdělen dle vybraných nejpoužívanějších záložek Icon (Ikona), Parameters (Parametry) a Documentation (Popis). Jelikož editace cesty a knihovny je složitější záležitostí, než by se mohla na první pohled zdát, je podrobný návod proveden jak obecným způsobem, tak i názorným příkladem. Ten vychází z vytvořeného příkladu S funkce, jež je položkou knihovny SIMULINKu. Protože při tvorbě knihovny je nutné také zeditovat a přepsat soubor slblocks.m, je přeložen do českého jazyka také tento soubor.

Programy SIMULINK a STATEFLOW jsou velmi rozsáhlé. Nebylo v možnostech rozsahu této práce pojednat všechny možnosti aplikací. Bylo by vhodné tuto bakalářskou práci doplnit dalšími studiemi. Pak by bylo možné přeložit zbytek knihovny SIMULINKu do českého jazyka, popsat jednotlivé příkazy m-souborů, podrobně popsat S funkci, její použití, jaké má volací metody, jaké používá soubory, jak vytvářet S funkci pomocí C jazyka, atd. Navazující studie by umožnily vytvoření kompletní české verze programu MATLAB.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Firemní literatura:

- [1] Simulink: Simulink Reference Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004
- [2] Simulink: Using Simulink Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004
- [3] Simulink: Writing S-Functions Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004
- [4] Stateflow and Stateflow Coder For Use with Simulink: User's Guide Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004
- [5] Stateflow For Use with Simulink: Getting Started Version 6, MathWorks Inc., Natick, USA, 2004

WWW stránka

- [6] Katedra mechaniky materiálů: Výuka DMS. Úvod do MATLABu. SIMULINK. Dostupný z WWW: <<http://volt.feld.cvut.cz/vyuka/DMS/matlab/simulink.html>>.
- [7] Společnost HUMUSOFT: MATLAB/SIMULINK. SIMULINK. Dostupný z WWW: <<http://www.humusoft.cz/matlab/simulink.htm>>.
- [8] Center for Machine Perception: MATLAB, laboratoř nejen pro odborníky. Pavel Píša. Dostupný z WWW: <http://cmp.felk.cvut.cz/~pisa/Public/ST_matlab.html>.
- [9] Společnost HUMUSOFT: Články a tiskové zprávy. Dostupnost z WWW: <<http://www.humusoft.cz/pub/index.htm>>.
- [10] Společnost HUMUSOFT: Články a tiskové zprávy. Programové produkty firmy MATHWORKS zjednodušují a urychlují vývojové postupy. Dostupnost z WWW: <<http://www.humusoft.cz/pub/matlab/9709/pres2.htm>>.
- [11] Společnost HUMUSOFT: MATLAB/Simulink. Moduly systému. STATEFLOW. Dostupnost z WWW: <<http://www.humusoft.cz/matlab/statefl.htm>>.
- [12] Společnost HUMUSOFT: Články a tiskové zprávy. MATLAB, STATEFLOW a vesmírná cesta lodi Deep Space 1. Dostupnost z WWW: <http://www.humusoft.cz/pub/matlab/01_08/deeps1.htm>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PPAŘ: Programová podpora automatického řízení

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Úvodní okno po spuštění SIMULINKu obsahující knihovnu	12
Obr. 2 Prázdné okno pro vytváření nového modelu	15
Obr. 3 Úvodní okno po spuštění STATEFLOW	23
Obr. 4 Úvodní okno po spuštění STATEFLOW	23
Obr. 5 Prázdné okno pro vytváření nového modelu	25
Obr. 6 Dialogové okno pro vytvoření maskovaného subsystému.....	26

SEZNAM PŘÍLOH

P I : Referenční příručka bloků knihovny SIMULINK