付 録

A.1 RoTH のための Simulink 環境構築

RoTH (Run on Target Hardware) 機能は,Simulink に付属のコード自動生成機能である。 RoTH 機能を用いることで,ユーザは Simulink モデルを C 言語などのソースコードに書き直すこと

Pi untitled - Simulink	-	
ファイル(F) 編集(E) ツール表示(V) 情報表示(D) プロ・ク線図(R) シミレーション(S) 解析(A) コード(C)	ツール(T) ヘルプ(H)	
	■== ライブラリ ブラウザー(L) → モデル エクスプローラー(X)	
untitled	ターゲットハードカアで実行・	実行の進備
Pa untitled		サポートパッケージのインストール/更新
(ファームウエアの更新

(a) サポートパッケージインストーラ

📣 サポート パッケージ インストーラー		_		\times
アクションの選択				
 				
 ▶ アクションの選択に関する詳細 ▶ インストールされているサポート パッ 	ケージ用のハードウェア セットアップに関する訳 次へ > キャン・	^{羊細} セル	AJUS	9

(b) インストールするパッケージの選択

📣 サポート パッケージ インストーラー						-		×
インストールするサポート パッケージの選択	8							
表示: すべて (72) 🔹								
サポート対象:	サポート パッケージ							
ARM Cortex=A ARM Cortex=M	アクション	インスト <i>ー</i> ル済み パージョン	最新 バージョン	說明	必要な 基本製品	サポー ホスト プラ	トされる ラットフォー/	
ARM Cortex-based VEX Microcontri AUT OSAR Standard	1 🗹 インストール		16.1.1	Acquire inputs and send outputs on Arduino bo***	MATLAB	Win64,Linux6	i4,Mac64	
Altera FPGA Boards Altera Soc Android Android Android Android BeagleBoard BeagleBoard BeagleBoard DoAM Hardware Digitent Analog Discoveny			16.1.2	Run models on Arduin…	Simulink	Win32,Win64,	Mac64,Lir	IU***
インストール フォルダー: インストール フォルダーの詳細	C.¥MATLAB¥Sup	oortPackages¥R20	16a	〈戻る	次へ >	キャンセル		9

(c) Arduino Support from Simulink を選択

図 A.1 サポートパッケージのインストール

2

なく,直接,マイコン (ターゲット) に実装することができる。Simulinkの RoTH 機能を利用するためには,対象となるターゲット (本書では Arduino)のサポートパッケージが必要となる。Simulink を起動し,以下の手順に従ってインストールする。

- 「ツール」→「ターゲットハードウェアで実行」→「サポートパッケージのインストール/更 新・・・」を選択する(図A.1(a))と、「サポートパッケージインストーラー」が開く(図(b))。
- ② 「アクションの選択」で、「インターネットからインストール」を選択。「次へ」を押す (図 (b))。
- ③ 「インストールするパッケージの選択」で、「サポート対象」から「Arduino」を選択(図(c))。
- ④「サポートパッケージ」から、「Arduino Support from Simulink」(説明欄に Run models on Arduino boards と記載されているもの)のチェックボックスにチェックを入れる。「次へ」を 押してインストール(図(c))。

なお、Simulinkのバージョンにより、サポートパッケージの導入方法が異なる場合があるので注 意してほしい。

A.2 RoTH 機能を用いた動作テスト

簡単な例題を通して RoTH 機能の使用方法を確認しよう。RoTH では, Simulink のモデルに A–D 変換器や PWM 信号発生器などの各種 I/O ブロックを追加することで,マイコンで外部機器の制御 を行うこともできる。さらに, Arduino と PC を USB ケーブルを接続することで Scope ブロック を用いた信号の監視や,変数の変更などを行うこともできる。

Arduino Mege2560 を対象として、図 A.2 のようなシステムモデルを構築し、つぎの動作を通して、RoTH 機能の使い方を理解しよう。

- · AnalogInput のポート 0 (A0) に外部電源により電圧を印加する。
- ・ サンプリング周期を 0.5 s として A0 ポートの印加電圧を 10 s 間計測する。
- · Scope 画面を用いて計測値をリアルタイムで確認する。
- モデルの構築からターゲットへの実装の手順を示す。
- ① Simulink を起動する。



- ② 空のモデルを開く。
- ③ モデルを作成する。
 - (a) Simulink ライブラリブラウザーから、「Simulink Support Package for Arduino Hardware」、「Common」を開く(図A.3(a))。
 - (b) Analog Input をモデルに貼り付ける (図 (b))。
 - (c) Analog Input を開き,「Pin number」を「0」にし,「OK」で閉じる。
 - (d) ライブラリブラウザーの Sink から, Scope をモデルに貼り付け, Analog Input と接続し, Scope と結線する(図(c))。
- ターゲットに合わせたハードウェアの設定を行う。
 - (a) 「ツール」→「ターゲットハードウェアで実行」→「実行の準備・・・」を選択する(図
 A.4(a))。
 - (b)「よく使用するパラメーター」で「選択」が「ハードウェア実行」になっていることを 確認し、「ハードウェアボード」で「Arduino Mega 2560」を選択する(図(b))。
 - (c) 「選択」から「ソルバー」を選択し、「ソルバーオプション」の「タイプ」を「固定ステップ」とし、「追加オプション」から「固定ステップサイズ(基本サンプル時間)」を「0.5」とする(図(c))。
 - (d) 「OK」を押す。
- ⑤ 実行する。
 - (a) Simulink の実行対象を Arduino とする (図 A.5(a))。
 - (b) Arduino と PC が USB でつながっていることを確認する。
 - (c) 「実行」する (図 (b))。
 - (d) 「初期化中」から「ビルド中」,「Arduino Mega に接続中・・・」と推移し,「Arduino Mega でモデルを実行中・・・」で Arduiono 上での動作が始まる。
 - (e) Scope 上の測定値が 0.5 s ごとに更新され、アナログポート 0 の端子に触れると値が変 化することが確認できる。ただし、初回は 10 s たったあとの一括表示となることがあ る(図 (c))。
 - (f) 動作が終了すると、「Arduino Mega でモデルを実行中...」が「準備完了」となる。
 - (g) 実行時間は、「シミュレーション終了時間」で変更できる。ここを inf とすると、「停止」
 を押すまで実行し続ける(図(d))。

Arduino Due のときは、「ハードウェアボード」で「Arduino Due」を選択する。

A.2 RoTH 機能を用いた動作テスト

4

■ GRANCE SHITTER DY/L(F) 編集(E) ツール表示(V) 信報表示(D) プロ	ック目 音音 Simulink ライブラリ ブラウザー	- 0	×
N. H. H. A. A. H. M.			
	Simulink Support Package for Arduino Hardware/Common		
e la untitled	Discontinuities Discrete Logic and Ett Operations		^
ચ	Math Operations Analog Innut	Analog Outruit	
3	Model Verification Model-Wide Utilities Arouno	ARDUNO	
	Ports & Subsystems	1 >	
	Signal Routing Pinz	Pin 8	
a ARDUINO	Sinks Continuous Servo Write	Digital Input	
	User-Defined Functions AROUNO	ARDUNO	
Pin 4	Additional Math & Discrete Arduino IO Library	120	
Analog Input	Control System Toolbox Pin9	Size Odl	
	Simulink 3D Animation ARDUNO	ARDUNO	
	Simulink Coder Simulink Extras	, mr	
	 Simulink Support Package for Arduino H Save ball 	Pin 5	
	Ethemet Shield 120 Write	PWM	
8	Stateflow	ARDUINO	
19 C	最近使用したブロック * (mm)**	> (0000) •	
	< > Serial Receive	Porta Serial Transmit	~
17	00100 100010		

(a) Common

🛅 ブロック パラメーター: Analog Input	×			
Arduino Analog Input (mask) (link)				
Measure the voltage of a specified analog input pin. The block represents the voltage as a digital value (0-1023, minimum to maximum). The maximum voltage is determined by the analog input reference voltage.				
Enter the number of the analog input pin. Do not assign the same pi number to multiple blocks within a model.	n			
<u>View pin map</u>				
パラメーター				
Pin number:				
0				
Sample time:				
-1				
OK(Q) キャンセル(C) ヘルプ(H) 適用(A)			
(b) Analog Input				



(c) Sink

図 A.3 モデルの作成

5 付 録

📲 untitled * - Simulink _ × プイル(F) 編集(E) ツール表示(V) 情報表示(D) プロウ線図(R) シミュレーション(S) 解析(A) コード(C) ツール(T) ヘルプ(H) ▶ 🔄 • 🚍 <=> 合 🚔 🎯 • 📾 • 🕪 <30 ▷ ▷ 💿 🗹 • 🔡 २/७७/७७/०० • 🕜 • 👬 • ⊕ モデル エクスプローラー(X) untitled ターゲットハードウエアで実行・ 実行の準備... 💿 🎦 untitled -サポート パッケージのインストール/更新... ファームウェアの更新... Θ K 73

(a) 実行の準備

🚳 コンフィギュレーション パラメーター: untitle	ed/Configuration (アクティブ)	-		×
★ よく使用するパラメーター 😑 🤋	すべての) ペラメーター			^
選択: ソルバー データのインボート/エクスボート 最適化 > 診断 ハードウェア実行 モデル参照 シミュレーション ターゲット	ハードウェア ボード: Arduino Mega 2560 デバイスのベンダー: Atmel デバイス タイプ: AVR ▶ デバイスの詳細 ハードウェア ボード設定 Target Hardware Resources Build options Host-board connection Overrun detection Analog input channel pro [™] Serial port properties Ethermet shield properties WiFi shield properties Futermed mede		~	
0	OK(<u>Q</u>) キャンセル(<u>C</u>)	ヘルブ(日)	適用	(<u>A</u>)

(b) ハードウェアボードの設定

🚳 コンフィギュレーション パラメーター: untitle	d/Configuration (アクティブ)	-		×
★ よく使用するパラメーター = す	マベてのパラメーター			^
選択: ソルパー データのインボート/エクスボート 最適化 > 診断 ハードウェア実行 モデル参照 シミュレーション ターゲット	シミュレーション時間 開始時間: 0.0 シババーオブション タイプ: 固定ステップ マ 近加オブション マ 追加オブション 固定ステップサイズ (基本サンプル時間): 05 の5 タスクとサンプル時間オブション 周期的なサンプル時間のあおり: 制約なし 周期的なサンプル時間のあれり モード: 自動 □ データ転送に対するレート 変換を自動的に取り扱う □ 優先順位が高い場合はタスクの優先順位が高いことを示す	R		
٢	<u> の ド (②)</u> キャンセル(②) ハ	、ルプ(日)	適	i用(<u>A</u>)

(c) ソルバーオプションの設定

図 A.4 ターゲットハードウェアの設定

A.2 RoTH 機能を用いた動作テスト

6













(d) シミュレーション終了時間の変更