

第21回TOPPERS開発者会議 開催レポート

2020年9月27日（日）、28（月）に、オンラインにて、第21回TOPPERS開発者会議を開催しました。TOPPERS開発者会議は、TOPPERSプロジェクトの開発成果物の開発者・利用者が集まり、合宿形式で集中的に議論、開発する会議です。非会員も参加可能です。今年はコロナ禍のためオンライン開催となりましたが、例年にも劣らない活発な議論が展開されました。本レポートでは、その魅力をたっぷりお伝えします。

ゲストトーク

ゲストトークでは、Seed株式会社の松岡貴志さんに「Wio Terminal のアーキテクチャ」と題して、中国深圳にあるSeed本社の事業の内容と、日本法人であるSeed株式会社の活動、5月に発売された新製品「Wio Terminal」についてお話を頂きました。

松岡貴志さんは、メーカームーブメントの中、趣味の電子工作がきっかけで、それまで働いていた会社を辞め、Seed株式会社に入社、組み込みデバイスの開発環境やライブラリの開発をされています。

深圳のSeed本社はハードウェアの開発製造を行う会社で、個人でも電子部品が気軽に使えるよう、製品の開発、販売やサービスを行われています。完成品の提供だけではなく、メイカー自身の基板制作や部品実装などの電子デバイス制作に関するサービスに加え、プラスチックや金属の機構部品の製作もでき、既製品を組み合わせた試作品から、1万個以上といった量産までをカバーされているようです。最近では、シリコンゴムを使ったスイッチの制作や、3Dプリンターを使ったケースの製造も出来、制作数に合わせた製造方法の選択を幅広く行え、日本での量産にも対応できるそうです。

「Wio Terminal」は、ケースに入ったArduinoのようなデバイスで、LCDやスイッチ、Raspberry Piと同じピン配置のコネクタを備え、さらに2.4GHzに加え5GHzのWi-Fiを備えているので、IoT向け電子工作にも使いやすい電子デバイスとなっていて、Groveモジュールというセンサーや表示デバイスといった部品をはんだ付けなしに接続できるGrove端子も2つあるので、初心者でも扱え、素早いプロトタイピング開発にも使えると紹介されました。ソフトの開発環境はArduino IDEやArduPy、PlatformIOが提供され、TinyGo、Rust、mruby/cなども有志により実装されているようなので、幅広い開発者が使いそうですね。

また、サポート外にはなるそうですが、SWD端子があるので「J Link」や「CMSIS DAP」を使ってデバッグすることも可能です。

「Wio Terminal」などSeeed社の製品のサポートについて、下記のサイトを紹介いただきました。ユーザー目線の欲しい機能や開発環境などの意見を、下記のサイトを利用してもらおうと、今後の製品やサービスへ活かせるのでぜひ活用してくださいとのこと。

<https://www.facebook.com/SeeedJP>

<https://www.facebook.com/groups/SeeedJPUG>

<https://twitter.com/SeeedJP>

参加者からの質問では、ソフトウェア開発の詳細な質問や、中国と日本の製造や販売に関する考え方の違いなどが議論され、意見交換ができました。

最後に、TOPPERSプロジェクトではArduino M0 Pro向けのTOPPERS/R2CA及び、Wio Terminal向けのTOPPERS/ASP Arduinoライブラリを提供しています。本開発者会議の2日目にハンズオンも行いました。



TOPPERS第3世代カーネル仕様の検討「マルチプロセッサ対応におけるメモリ配置方法」

議論1では、TOPPERS第三世代カーネル仕様における、マルチプロセッサ対応におけるメモリ配置の扱いについて、高田会長から問題提起に基づき議論しました。

近年のマルチプロセッサでは、特定のプロセッサのみアクセス可能なプライベートメモリを持つ場合があります。TOPPERS統合仕様書が想定するアーキテクチャではプライベートメモリの存在は考慮されていませんが、当該プロセッサのみが使う処理ではユーザの責任においてプライベートメモリを利用することが可能であり、カーネルの実装ではタスクスタック等をプライベートメモリ上に置くことも考慮した設計が行われています。

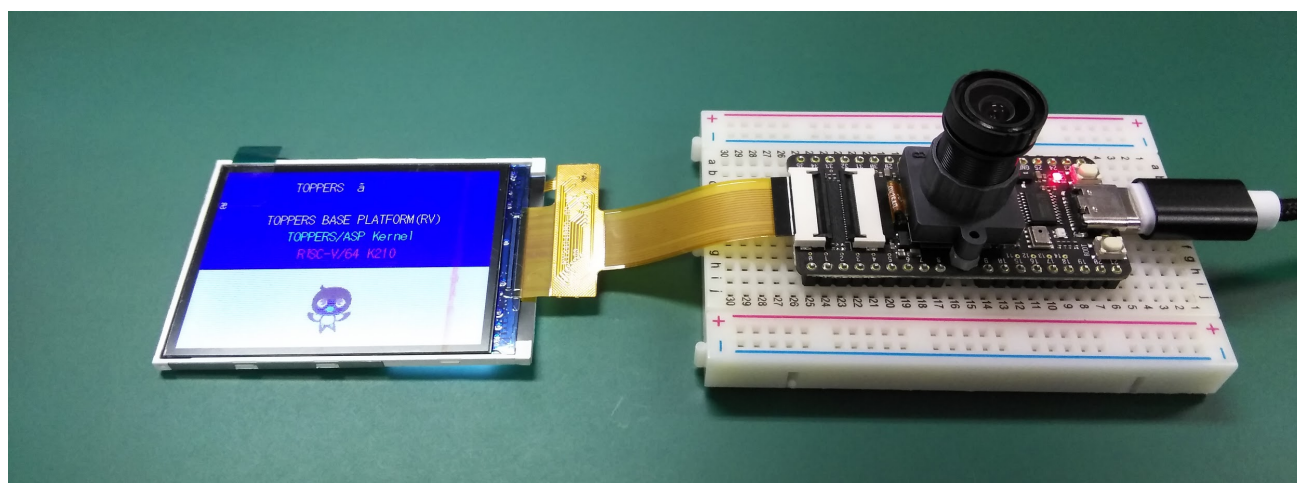
最近のTOPPERS/HRMP3カーネル（マルチプロセッサ・保護機能対応OS）の仕様検討作業の過程で、メッセージバッファ機能におけるプライベートメモリの扱いに問題があり、バッファのメモリ配置によって正しく処理できない場合があることが明らかとなりました。これを受けて統合仕様書にはマルチプロセッサ対応カーネルにおけるメモリ配置の制限事項が追加されました。しかし、現状ではカーネルは

各プロセッサのメモリアクセス可否情報を管理していないため、（保護機能対応OSで必要となる）ユーザによる制限事項違反をチェックする手段がありません。

そこで、これらの問題を解決するため、統合仕様書上におけるマルチプロセッサにおけるプライベートメモリ等の取扱い方法について、検討を行いました。高田会長からは、カーネルにメモリの情報を知らせる具体的な手段として、メモリリージョン(ATT_REG)などのオブジェクトをクラスに所属させ、そのクラスの割り付け可能プロセッサからアクセス可能とする、という案が示されました。また議論に参加したメンバからは、メッセージバッファ機能については安全に使えるモード（常にカーネル内バッファ経由でコピーする等）が選択できるとよい、（ユーザ責任でオーバーヘッド削減が可能ならば）カーネルにメモリ管理機能が入ると嬉しい、などといった意見が出されました。

RISC-VをTOPPERSカーネルに対応させる

～ SiFive社Hi-Five1/Kendryte社K210(Maixduino)のリアルタイムカーネル実装をアーキテクチャ中心に ～



教育WGの活動から、主査である竹内さんとASPのRISC-Vへのポーティングについて議論をしました。教育WGではセミナー向けの教育コンテンツでの使いやすさを追求し、TOPPERS BASE PLATFORMというTOPPERS/ASPとドライバも含めたソフトウェアプラットフォームを開発し提供しています。

そのTOPPERS BASE PLATFORMは、STマイクロが提供する評価基板NUCLEOを中心に多くのボードをサポートしています。また、ARMプロセッサを搭載したCycloneV向けにも提供されていましたが、2019年にはRISC-Vアーキテクチャにも対象を広げ、SiFive社 Hi Five1やKendryte社K210(Maixduino)でも提供できるようになりました。

今回は、異なるプロセッサへの移植をどのように行い、TOPPERSが提供されていないデバイスへのポーティングのヒントになるよう議論の時間を設けました。

カーネルの移植をするにあたり、対象とするCPUのスペックやメモリ配置の理解、コンパイラ(GCC)やデバッガ(OpenOCD)の準備、プログラム書き込みの方法などが、まず必要になります。さらに、CPUの動作モードや、割り込み処理や禁止許可といった制御の方法、タイマー割り込みについての知識も必要です。

RISC-VのASPカーネルのポーティングにあたっては出来るだけ、アセンブラを使わないように考慮されたそうですが、CPUが起動直後に実行するスタートアップルーチンや、マルチタスクを担うスケジュー

ラ本体については、C言語で書くのは難しくアセンブラでの記述も残されました。割り込み処理は、スケジューラの処理と合わせて考慮が必要で、入口・出口処理（スタックの保存、復帰）、32Bit/64Bit、FPUの有無、CPUモードを考慮し、割り込み処理終了後にしかるべきタスクを実行させるようコーディングしますが、ここがアセンブラでの記述になります。

議論ではRISC-VのCPUアーキテクチャの詳細を、レジスタのビットの意味やアセンブラ命令など交え、ソースコードの内容に近い部分について、どのように移植したかを紹介して頂きました。

ASPに含まれるsyslogで使うUARTライバや、TOPPERS BASE PLATFORMで提供しているI2C、SPIなども移植を行いました。特にK210についてはIPの情報が少なく困難でしたが、カメラやLCD、SDカードなどが使えるようになっています。

カーネルのポーティングについては、CPUのより詳しい知識が必要で、広く知識共有が出来たらいいなと感じました。

RISC-V向けのソフトウェアは更新したものを公開予定で、AIを使った物体認識アプリや、ASPのターゲット依存部が含まれます。

参加者からは、HI-FIVE1 REV-Bについて書き込みが出来ないと相談があり、竹内さんに調査いただくことになりました。

RTOS学習教材としてロボット競技会は使えるか？－ロボットレーサのソフトウェア構成

「RTOS学習教材としてロボット競技会は使えるか？ ロボットレーサのソフトウェア構成」と題して飯島 純一氏よりお話いただきました。

ロボットレーサは、（公財）ニューテクノロジー振興財団が主催するマイクロマウス大会の競技種目の一つであるロボットレースで使用する自立移動ロボットです。

この競技は、周回路を1周する時間と自立操縦の巧みさを競います。

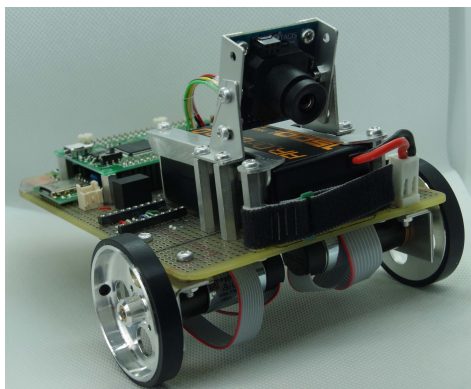
今回は飯島氏が作成しているロボットレーサを使った教材制作の中間報告として、教材の概要をお話いただきました。

まず競技やコースの説明があり、次にロボットレースのハードウェアとソフトウェアについて紹介されました。

ソフトウェアに必要な仕事が挙げられ、各仕事の時間制約が数ミリ秒のものから数秒のものまであり、時間的制約が厳しいものを高優先で処理したり、各種センサーからの割り込みの処理などにRTOSが活用できそうでした。

後半の議論では、教育は参加者の関心のある分野でもあり、他のロボコンの事例なども交えて活発な議論が行われました。

本発表で行われた議論をもとに、RTOS学習の教材が充実することを期待したいと思います。



単体ロボット向けシミュレータ・ハンズオン

議論4は箱庭WGより永和システムマネジメントの森 崇氏と辻 悠斗氏が講師となり、一般公開をしている「単体ロボット向けシミュレータ」を用いてインストールから利用までを行いました。

参加者には事前にUnity環境とWindowsユーザにはWSLのインストールをお願いし、athrillのインストールからスタートしました。

ハンズオンにあたって、導入するプログラムが多いためインストールスクリプトを用意していましたが、参加者のみなさん悪戦苦闘されながらも、もくもくとハンズオンを進めていきました。

質疑では、ETロボコンと箱庭で配布しているHack-EV側との違いやオンラインで利用する場合は個人のPCスペックに依存しないか、クラウドでの利用時の問題点などの内容があがり、ここ数年のPCであれば特に問題なく利用できるなどの回答をもらいました。

また教育教材としての利用していきたいなど今後がさらに期待される内容となりました。

箱庭の単体ロボット向けの資料についてはWebサイトにも情報があがっていますので、ご興味のある方はお試しくださいとのことでした。

<https://toppers.github.io/hakoniwa/prototypes/single-robot/>

TOPPERSカーネルにおける不具合事例の紹介

議論5は高田会長より「TOPPERSカーネルにおける不具合事例の紹介」ということで、マルチプロセッサ（MP）対応カーネルに最近見つかった不具合とその対策についての紹介がありました。

まずはMPにおけるメモリの定義から始まり、MPのメモリ配置の説明をしてもらいました。

TOPPERSのカーネルはMMUを使わずに1リンクモデルを想定しており、すべてのプロセッサは同じバイナリコードを使用します。ですがアーキテクチャによっては都合が悪い場合があるという事でした。

不具合事例では、特定の条件においてメッセージバッファの受信が正しく行えないという報告があがり、そこからどのようにして原因を特定していったのかという内容でした。

TOPPERSのMP向けカーネルはプロセッサ間の排他制御区間を短くするためにいろいろ工夫しています。

特にスピンロックによる排他制御区間は極力短くしたいのですが、アーキテクチャのメモリオーダリングの関係で

処理順序が入れ替わった影響で発生したのではないかとということで、メモリバリアを入れることで解決したとのことでした。

振り返りとして、排他制御区間外で共有変数をアクセスする場合には、メモリアクセス順序にも注意が必要ということと、

このような問題発見を形式手法で見つけてみてほしいなど活発な議論がありました。

TECS開発について

議論6はTECS-WGより以下の3つのテーマの発表がありました。

- ・「コンポーネントリポジトリ」森崎 秀一郎氏（埼玉大学）

各ベンダ用のMCUで共通に使えるデバイスドライバをTECSコンポーネントとして作成、リポジトリとしてまとめることを目標にしており、まずST社のSTM32のデバイスドライバから作る予定であるとのことでした。

具体的には、ADCやバス関係(SPI,I2Cなど)の低レベルのコンポーネントの他、上位のコンポーネントとして、ファイル入出力関係 SD カード、ファイルシステム、Ethernet 関係、USB 関係を想定しているそうです。

当初STM32F401 Nucleo-64のADCの直接操作により、JoyStickのコンポーネント化を目指していたが、予想していたよりも高機能かつ、内部構成も複雑であったため、方針を変更し、現在はST社の提供するSTM32Cute、STM32CubeMXというライブラリ、ツールを利用してTECSコンポーネント化を進めているとのこと。

ARM社の提唱するmbedを利用する場合と比較しての得失などが議論されました。

- ・「TECS on 箱庭 (athrill 連携)」下村 遼太 氏 (埼玉大学)

昨年までTECS-WGが提供していたmruby on ev3rt+tecs (EV3RT上にTECSコンポーネント化したmruby VMを実装し、mrubyのスクリプトを実行できる)と箱庭WGの提供する仮想シミュレーション環境を組み合わせたとのこと。デモとして、仮想環境上でLEGO Mindstrom EV3がライントレースする様子が示されました。以下のURLで公開されています。

<https://github.com/TECS-WG/tecsathrill.git>

- ・「HRMP3,FMP3 対応」WG主査大山 博司氏 (オークマ株式会社)

TOPPERS/HRMP3 (マルチプロセッサ向けかつ保護機能対応に拡張したリアルタイムカーネル)、TOPPERS/FMP3 (マルチプロセッサ向けリアルタイムカーネル) に対するTECSの対応について発表されました。

それぞれのカーネルの仕様で特有なことを、TECSとしてどう取り扱うか、またTECSのプラグインがどのような出力を行うかが議題でした。

FMP3に対しては、マルチプロセッサシステムで、カーネルオブジェクトのプロセッサへの割付を制御する「クラス」、HRMP3に対しては「クラス」と保護機能の「ドメイン」の組み合わせが議論されました。

ただし、開発者会議1日目夜の議論において変更された事項の影響も大きく、また更なる検討が必要となりました。

SafeG-Mのハンズオン及び活用検討、MicroPythonハンズオン及び活用検討、QEMUを用いたTOPPERS第3世代RTOSの実行ハンズオン、Wio TerminalによるTOPPERS/ASP Arduinoライブラリハンズオン

「QEMUを用いたTOPPERS第3世代RTOSの実行ハンズオン」では、Qiitaの記事を参考にQEMUとGCCのインストール、ASP3のダウンロード、ビルド、実行、デバッグまでをUbuntu上で実施し、ASP3のサンプルプログラムを操作しRTOSのタスクの動きを見ていきました。

「Wio TerminalによるTOPPERS/ASP Arduinoライブラリハンズオン」では、ゲストトークの題材でもあったマイコンボード Wio Terminal 向けに移植されたTOPPERS/ASPカーネル環境について、開発者の本田先生 (南山大学) 自身によるハンズオンが行われました。以前にArduino向けTOPPERS環境として開発されたTOPPERS/R2CAと比べ、Arduino IDE を使って開発できる、カーネルがArduino ライブラリとして

実装されているのでインストールが容易、といった特長があり、マイコン初心者、ホビークーザ向けのTOPPERS普及が期待できそうです。ハンズオンに参加したメンバも、大半が時間内にサンプルプログラムの実行まで到達できました。

SafeG-Mはハンズオンの予定でしたが、対象ボードを用意できた参加者がいなかったため紹介デモとなりました。

SafeG-MはSafeGと同様の機能をARMv8-M(Cortex-M33)向けに実装したデュアルOSモニタです。

セキュア側でASP3、ノンセキュア側でFreeRTOSを動作する例を実演されました。

また、ノンセキュア側はOSなしで動作させることもでき、OSなしでMicroPythonを動作させるデモも実演されました。

議論では、MicroPythonの代わりにmrubyを実行する方法や、FreeRTOSやMicroPythonをノンセキュア側で動かすことの用途などが話し合われました。



来年は行けるといいな！



(2019年度夕食の一部)

開発者会議の感想を最後に発表

クロージングでは、開発者会議へ参加した感想を参加者から発表を行ってもらいました。「顔を突き合わせて議論しながら開発を進めて行く場」としての合宿がオンラインになることによる影響を懸念していた方も多かったようですが、想像していたよりも違和感なく作業も進められたようです。また遠方に在住の方の参加などメリットもありました。また、学生さんの発表者も3名となり、今後の活躍に期待したいところです。

開発者会議実行委員会

山根ゆりえ（特別会員/実行委員長）
伊与田健敏（創価大学）
岡山直樹（アイシン・ソフトウェア(株)）
小川清（個人会員）
小南靖雄（個人会員）
高田光隆（名古屋大学）
長島宏明（コアーズ(株)）
堀武司（北海道立総合研究機構工業試験場）
松原豊（名古屋大学）

NPO法人 TOPPERSプロジェクト

〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町6-7 住長第2ビル3F

（一社）組込みシステム技術協会内

TEL & FAX: 03-5643-5166 Email: devconf@toppers.jp

Facebook : <http://www.facebook.com/toppersproject>

Copyright (C) 2000 - 2020 by TOPPERS Project, Inc. All Rights Reserved.

※“TOPPERS”および TOPPERS プロジェクトのロゴは、TOPPERS プロジェクトの登録商標です。