RX ファミリ

lwIP (lightweight IP) Firmware Integration Technology

要旨

本アプリケーションノートは、Firmware Integration Technology (FIT) に準拠した lwIP (lightweight IP) FIT モジュール (r_lwip_rx) について説明します。

以降、lwIP (lightweight IP) FIT モジュールのソフトウェアを総じて“lwIP FIT モジュール”、または”本 FIT モジュール”と称します。本 FIT モジュールで使用している lwIP のバージョンは、1.2 節を参照してください。

動作確認デバイス

RX65N グループ
RX72M グループ
RX72N グループ
RX64M グループ
RX71M グループ
RX66N グループ

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

関連ドキュメント

[1] Firmware Integration Technology ユーザーズマニュアル (R01AN1833)
[2] RX ファミリ ボードサポートパッケージモジュール Firmware Integration Technology (R01AN1685)
[3] e^2 studio に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1723)
[4] CS+に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1826)
[5] Renesas e2 studio スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド (R20AN0451)
[6] lwIP - A Lightweight TCP/IP stack (リンク)
[7] Lightweight IP stack (リンク)
[8] lwip-tcpip GitHub (リンク)
[9] lwIP (lightweight IP) Driver Firmware Integration Technology (R20AN0788)

目次

1. 概要 3
1.1 lwIP FIT モジュールとは 3
1.2 lwIP FIT モジュールの概要 3

2. API 情報 4
2.1 ハードウェアの要求 4
2.2 ソフトウェアの要求 4
2.3 サポートされているツールチェーン 4
2.4 使用する割り込みベクタ 4
2.5 ヘッダファイル 4
2.6 整数型 4
2.7 コンパイル時の設定 5
2.8 コードサイズ 7
2.9 引数 8
2.10 戻り値 8
2.11 FIT モジュールの追加方法 8

3. API 関数 9
3.1 API 関数 9

4. 付録 9
4.1 動作確認環境 9

5. 参考ドキュメント 10

改訂記録 11

1. 概要

1.1 lwIP FIT モジュールとは

本 FIT モジュールは、API としてプロジェクトに組み込んで使用します。本 FIT モジュールの組み込み方については、「2.11 FIT モジュールの追加方法」を参照してください。

1.2 lwIP FIT モジュールの概要

本 FIT モジュールは、オープンソースソフトウェアとして公開されている lwIP (lightweight IP) を FIT モジュール化したものです。

本 FIT モジュールで使用している lwIP のバージョンは、v2.2.1 (STABLE-2_2_1_RELEASE) です。詳細は、README を参照してください。

2. API 情報

本 FIT モジュールは、下記の条件で動作を確認しています。

2.1 ハードウェアの要求

ご使用になるマイコンが、以下の機能をサポートしている必要があります。

- なし

2.2 ソフトウェアの要求

本 FIT モジュールは、以下の FIT モジュールに依存します。

- r_bsp (ボードサポートパッケージ FIT モジュール[2])
- r_lwip_driver_rx (lwIP Driver FIT モジュール[9])

2.3 サポートされているツールチェーン

本 FIT モジュールは、「4.1 動作確認環境」に示すツールチェーンで動作確認を行っています。

2.4 使用する割り込みベクタ

なし

2.5 ヘッダファイル

本 FIT モジュールの API については関連ドキュメント[7]を参照してください。

2.6 整数型

本 FIT モジュールは、ANSI C99 を使用しています。これらの型は stdint.h で定義されています。

2.7　コンパイル時の設定

本 FIT モジュールのコンフィグレーションオプションは、r_lwip_rx_config.h で定義されています。r_lwip_rx_config.h は、lwIP で使用するコンフィギュレーションヘッダ lwipopts.h からインクルードされます。

オプション名および設定値の説明を、表 2.1 に示します。詳細は、関連ドキュメント[7]を参照してください。

表 2.1 Configuration options (r_lwip_rx_config.h)

Configuration options in r_lwip_rx_config.h	
NO_SYS ※デフォルトは “1”	OS の使用／不使用を設定します。 必ず”1”を設定してください。”0” (OS 使用) には対応していません。 0: OS 使用, 1: OS 不使用
SYS_LIGHTWEIGHT_PROT ※デフォルトは “0”	バッファの割り当て、解放、およびメモリの割り当て中に、特定のクリティカルな領域に対するタスク間保護 (およびタスクへの割り込みに対する保護) の有効／無効を設定します。 本マクロの設定値が“1 (有効)、かつ NO_SYS の設定値が”1”の場合は、lwIP 内部のクリティカルセクションで CPU の I フラグが “0” (割り込み禁止) に設定されます。 0: 無効, 1: 有効
MEM_ALIGNMENT ※デフォルトは “4”	CPU のアライメントを設定します。 設定の変更は不要です。 設定を変更した場合、不正なアライメントでのメモリアクセスが発生し、本 FIT モジュールが正しく動作しない場合があります。
MEM_SIZE ※デフォルトは “20*1024”	ヒープメモリのサイズを設定します。
MEMP_NUM_PBUF ※デフォルトは“50”	memp 構造体 pbuf の数を設定します。
MEMP_NUM_UDP_PCB ※デフォルトは “6”	UDP プロトコル制御ブロック数を設定します。
MEMP_NUM_TCP_PCB ※デフォルトは “10”	TCP 接続数を設定します。
MEMP_NUM_TCP_PCB_LISTEN ※デフォルトは “5”	待ち受け TCP 接続数を設定します。
MEMP_NUM_TCP_SEG ※デフォルトは“16”	キューに格納できる TCP セグメント数を設定します。
MEMP_NUM_SYS_TIMEOUT ※デフォルトは “LWIP_NUM_SYS_TIMEOUT_INTERNAL”	本 FIT モジュールで使用するタイムアウトの数を設定します。
PBUF_POOL_SIZE ※デフォルトは “16”	pbuf プール内のバッファの数を設定します。
LWIP_ARP ※デフォルトは “1”	ARP 機能の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
LWIP_IPV4 ※デフォルトは “1”	IPv4 の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
LWIP_ICMP ※デフォルトは “1”	ICMP モジュールの有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
LWIP_DHCP ※デフォルトは “0”	DHCP モジュールの有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
LWIP_IGMP	IGMP モジュールの有効／無効を設定します。

※デフォルトは“1”	0: 無効, 1: 有効
LWIP_UDP ※デフォルトは“1”	UDP の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
UDP_TTL ※デフォルトは“IP_DEFAULT_TTL”	デフォルトの Time-To-Live 値を設定します。
LWIP_TCP ※デフォルトは“1”	TCP の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
TCP_TTL ※デフォルトは“IP_DEFAULT_TTL”	デフォルトの Time-To-Live 値を設定します。
TCP_WND ※デフォルトは“4 * TCP_MSS”	TCP ウィンドウのサイズを設定します。
TCP_QUEUE_OOSEQ ※デフォルトは“0”	順序通りではない TCP セグメントを受信した場合に、キューへの格納の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
TCP_MSS ※デフォルトは“1500 - 40”	TCP 最大セグメントサイズを設定します。
TCP_SND_BUF ※デフォルトは“4 * TCP_MSS”	TCP 送信バッファ領域 (bytes) を設定します。
TCP_SND_QUEUELEN ※デフォルトは“2 * TCP_SND_BUF/TCP_MSS”	TCP 送信バッファ領域 (pbufs) を設定します。
PBUF_POOL_BUFSIZE ※デフォルトは “LWIP_MEM_ALIGN_SIZE(TCP_MSS+PBUF_IP_HLEN+ PBUF_TRANSPORT_HLEN+ PBUF_LINK_ENCAPSULATION_HLEN+ PBUF_LINK_HLEN)”	pbuf プール内の各 pbuf のサイズを設定します。
LWIP_NETIF_LINK_CALLBACK ※デフォルトは“0”	リンク変化を通知するコールバック関数の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
LWIP_NETCONN ※デフォルトは“0”	Netconn API の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
LWIP_SOCKET ※デフォルトは“0”	Socket API の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効
LWIP_STATS ※デフォルトは“0”	lwip_stats で統計情報収集の有効／無効を設定します。 0: 無効, 1: 有効

2.8 コードサイズ

本 FIT モジュールの ROM サイズ、RAM サイズ、最大使用スタックサイズを表 2.2 に示します。

ROM (コードおよび定数) と RAM (グローバルデータ) のサイズは、ビルド時の「2.7 コンパイル時の設定」のコンフィギュレーションオプションによって決まります。

表 2.2 に示す値は下記条件で確認しています。

FIT モジュールリビジョン: r_lwip_rx rev1.00
コンパイラバージョン: Renesas Electronics C/C++ Compiler Package for RX Family V3.07.00
(統合開発環境のデフォルト設定に”-lang = c99”オプションを追加)
コンフィグレーションオプション: デフォルト設定

表 2.2 コードサイズ

ROM、RAM およびスタックのコードサイズ			
デバイス	**分類**	**使用メモリ**	**備考**
RX65N	ROM	約 41k バイト	-
	RAM	約 49k バイト	-
	最大使用スタックサイズ	約 700 バイト	lwIP Driver FIT モジュールのパッケージに同梱されているサンプルプロジェクトで測定した値です。(関連ドキュメント[9]を参照) 本 FIT モジュールが呼び出す、 lwIP Driver FIT モジュールおよびその他のドライバのスタック使用量を含みます。

2.9 引数

本 FIT モジュールの API 関数の引数については、関連ドキュメント[7]を参照してください。

2.10 戻り値

本 FIT モジュールの API 関数の戻り値については、関連ドキュメント[7]を参照してください。

2.11 FIT モジュールの追加方法

本 FIT モジュールは、使用するプロジェクトごとに追加する必要があります。ルネサスでは、Smart Configurator を使用した(1)、(3)、(5)の追加方法を推奨しています。ただし、Smart Configurator は、一部の RX デバイスのみサポートしています。サポートされていない RX デバイスについては(2)、(4)の方法を使用してください。

(1) e² studio 上でスマート・コンフィグレータを使用して FIT モジュールを追加する場合
e² studio のスマート・コンフィグレータを使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「RX スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド: e² studio 編 (R20AN0451)」を参照してください。

(2) e² studio 上で FIT コンフィグレータを使用して FIT モジュールを追加する場合
e² studio の FIT コンフィグレータを使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加することができます。詳細は、アプリケーションノート「RX ファミリ e² studio に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1723)」を参照してください。

(3) CS+上でスマート・コンフィグレータを使用して FIT モジュールを追加する場合
CS+上で、スタンドアロン版スマート・コンフィグレータを使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「RX スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド: CS+編 (R20AN0470)」を参照してください。

(4) CS+上で FIT モジュールを追加する場合
CS+上で、手動でユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「RX ファミリ CS+に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1826)」を参照してください。

(5) IAREW 上でスマート・コンフィグレータを使用して FIT モジュールを追加する場合
スタンドアロン版スマート・コンフィグレータを使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「RX スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド: IAREW 編 (R20AN0535)」を参照してください。

3. API 関数

3.1 API 関数

本 FIT モジュールは、オープンソースソフトウェアとして Web で公開されている lwIP を FIT モジュール化したものです。lwIP の API 仕様については、関連ドキュメント[7]Lightweight IP stack (リンク)の公式ドキュメントを参照してください。

4. 付録

4.1 動作確認環境

本 FIT モジュールの動作確認環境を、表 4.1 に示します。

表 4.1 動作確認環境

項目		内容
統合開発環境		ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio Ver.2025-01
コンパイラ	CC-RX	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V3.07.00 コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
	GCC	GCC for Renesas RX 8.3.0.202411
エンディアン		リトルエンディアン
本 FIT モジュールのリビジョン		Rev1.00
使用ボード		Renesas CK-RX65N v2 (型名：RTK5CK65N0S08xxxBE) Renesas RX72N Envision Kit (型名：RTK5RX72N0C00000BJ) Renesas Starter Kit+ for RX72M(型名：RTK5572MNxSx0000BE)
FIT	BSP FIT	Ver 7.52
	Ethernet FIT	Ver 1.23
	CMT FIT	Ver 5.70
	lwIP Driver FIT	Ver 1.00

5. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル：ハードウェア
（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

テクニカルアップデート／テクニカルニュース
（最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

ユーザーズマニュアル：開発環境
RX ファミリ CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル（R20UT3248）
（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

GNU-RX Compiler マニュアル
（最新版を下記のホームページから入手してください。）
https://llvm-gcc-renesas.com/ja/gnu-tools-manuals/gnu-compiler/

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2025.06.20	-	新規作成

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策
   CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
2. 電源投入時の処置
   電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。
3. 電源オフ時における入力信号
   当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
4. 未使用端子の処理
   未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。
5. クロックについて
   リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。
6. 入力端子の印加波形
   入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止
   リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。
8. 製品間の相違について
   型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
6. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。

   標準水準：　コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等

   高品質水準：輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

   当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因しまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア／ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
10. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
11. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
13. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.5.0-1　2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

© 2025 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.