

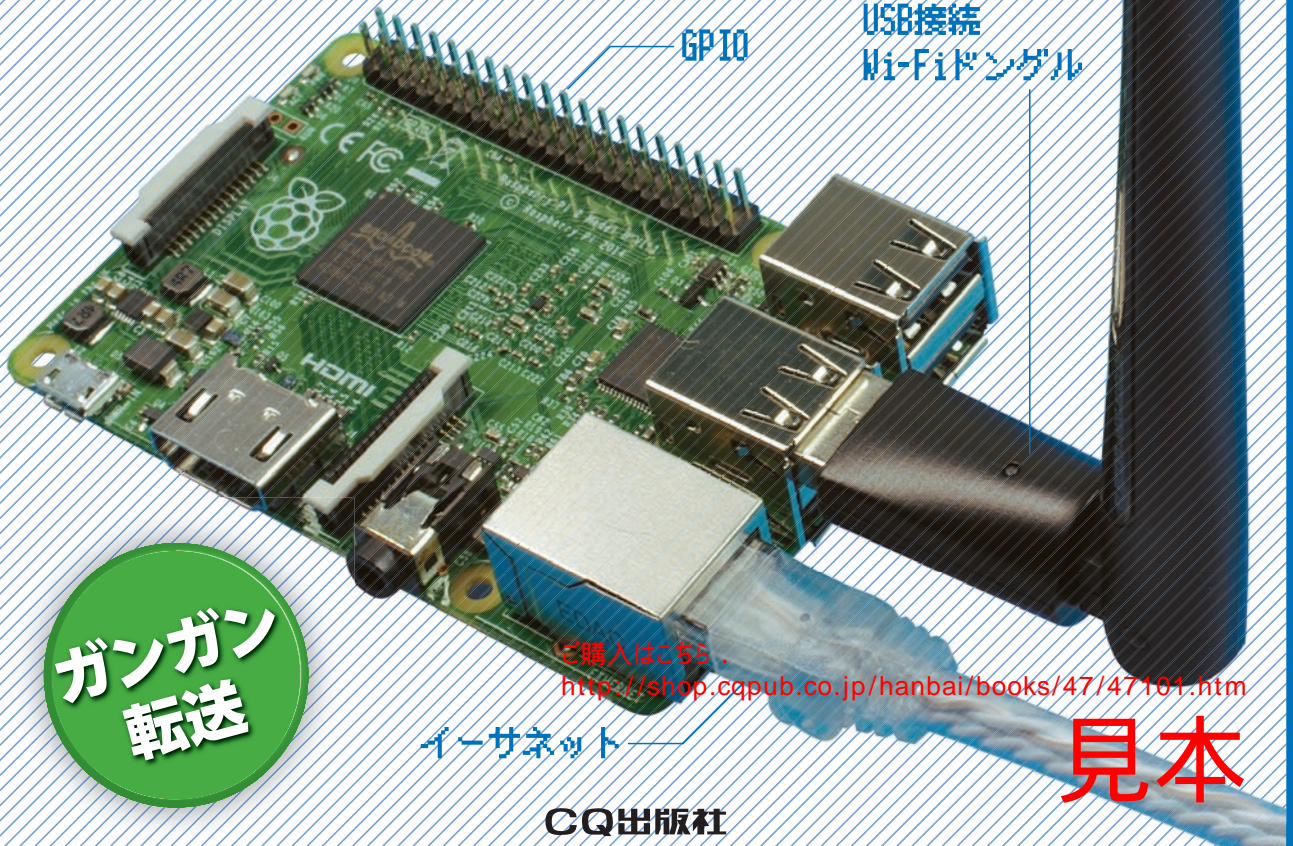


まるごと解説!

基本からカメラ/オーディオ/解析まで!
有線LANも高速Wi-FiもOK

すぐに作れる! ラズベリー・パイ ×ネットワーク

Raspberry Pi Network



ガンガン
転送

ご購入はこちら
<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/47/47101.htm>

イーサネット

見本

イントロダクション
1

映像や音を自在に伝達！セキュリティもばっちり

ラズベリー・パイで ネットワーク・マシン作り放題

編集部

第1部 大容量Wi-Fi利用のライブ・カメラづくり



歩道に置いた
カメラの画像を



HDMI端子付き
モニタ

8Fにある
オフィスで
リアルタイムにばっちり見られる



ラズベリー・パイ2

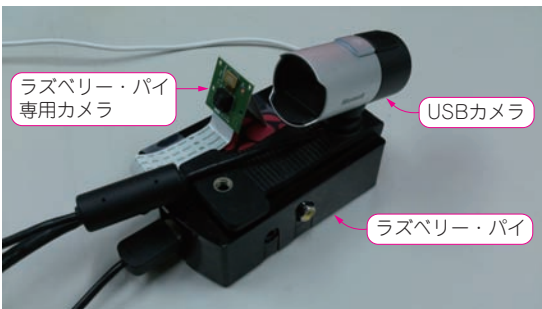
ライブ・カメラの主な構成

Wi-Fiのアクセ
ス・ポイント



スマホにも生中継

第2部 外出先からOK！ネットワーク・カメラづくり



ラズベリー・パイ
専用カメラ

USBカメラ

ラズベリー・パイ

ベランダに設置したカメラ画像を



メジロ

事務所で見ら
れる。さらに
クリック

見本

第3部 音声パケット交換サーバづくり



オープン・ソースのソフトウェア Asteriskでラズベリー・パイが音声パケット交換サーバに！ IP電話が作れちゃう

第4部 外出先から自宅LANに接続 セキュリティ・サーバづくり

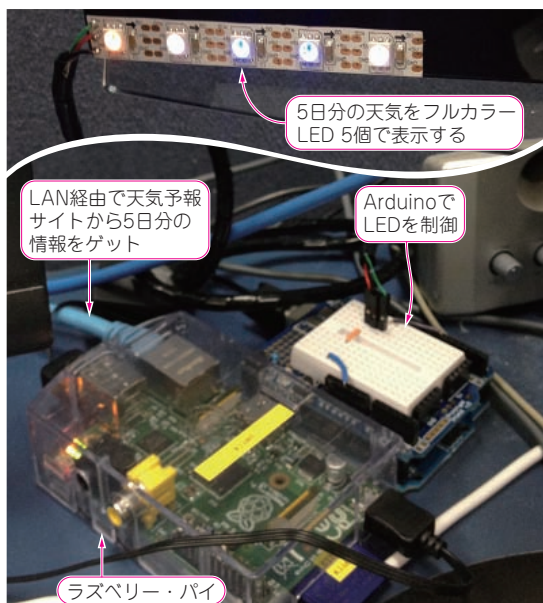


ラズベリー・パイで作った自分専用VPNサーバ



外出先の公園から自宅LANに入った

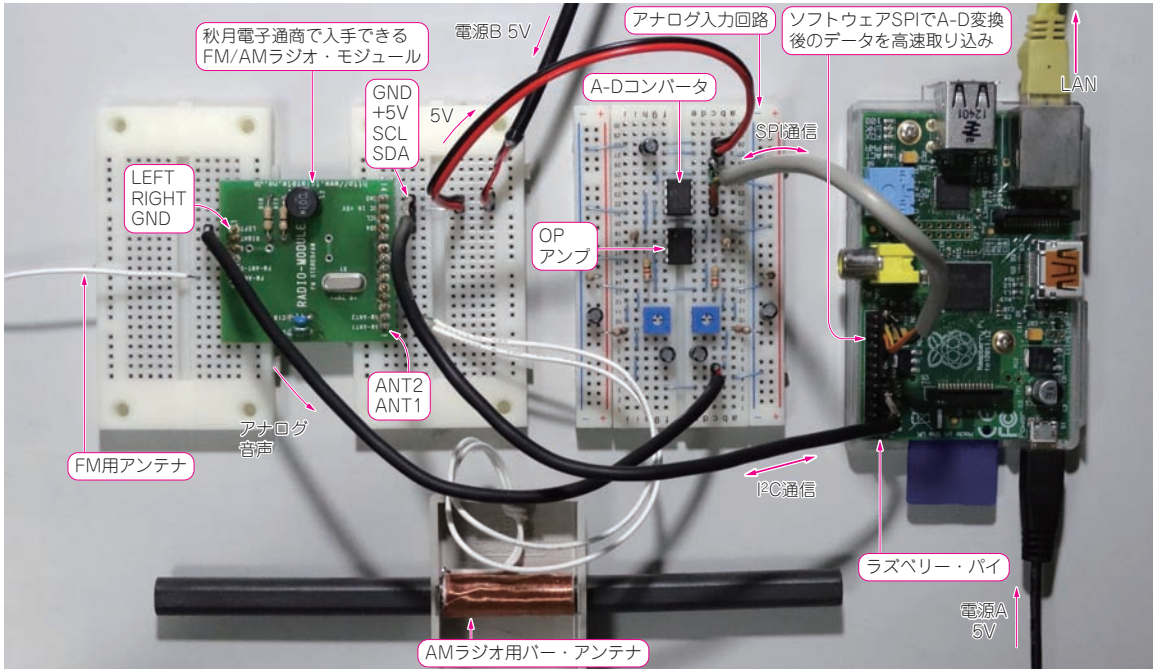
第5部 趣味のサーバづくり その1：自動ウェブ・データ収集器



LEDで5日ぶんの天気予報を表示

見本

第5部 趣味のサーバづくり その2: ベランダで受信して屋内へ!ラジオ中継器



ラジオ放送波を受信して自宅LANにUDPパケットで送出するラジオ・サーバ

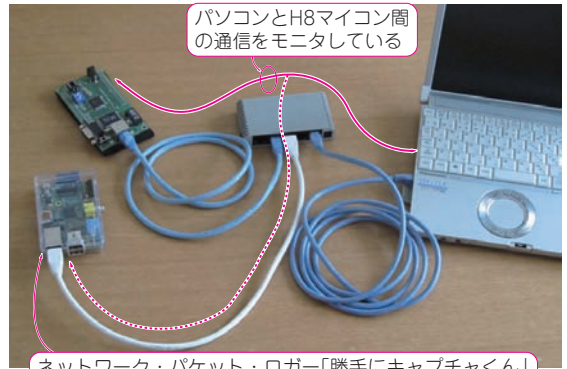
第5部 趣味のサーバづくり その3: ハイレゾ・オーディオ送受信器



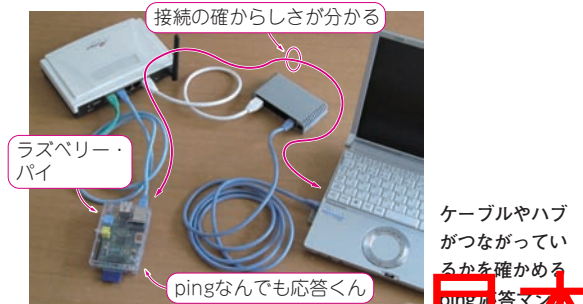
Wi-Fiを利用してハイレゾを飛ばす(受信側)



第6部 ネットワーク解析ツールづくり



パケット・ロガーでパソコンとマイコンとの間の通信内容を記録



見本

第1部 大容量Wi-Fi利用のライブ・カメラづくり

開発環境や自作ソフトウェア

第1章

用意するもの

矢野 越夫, 仙田 智史

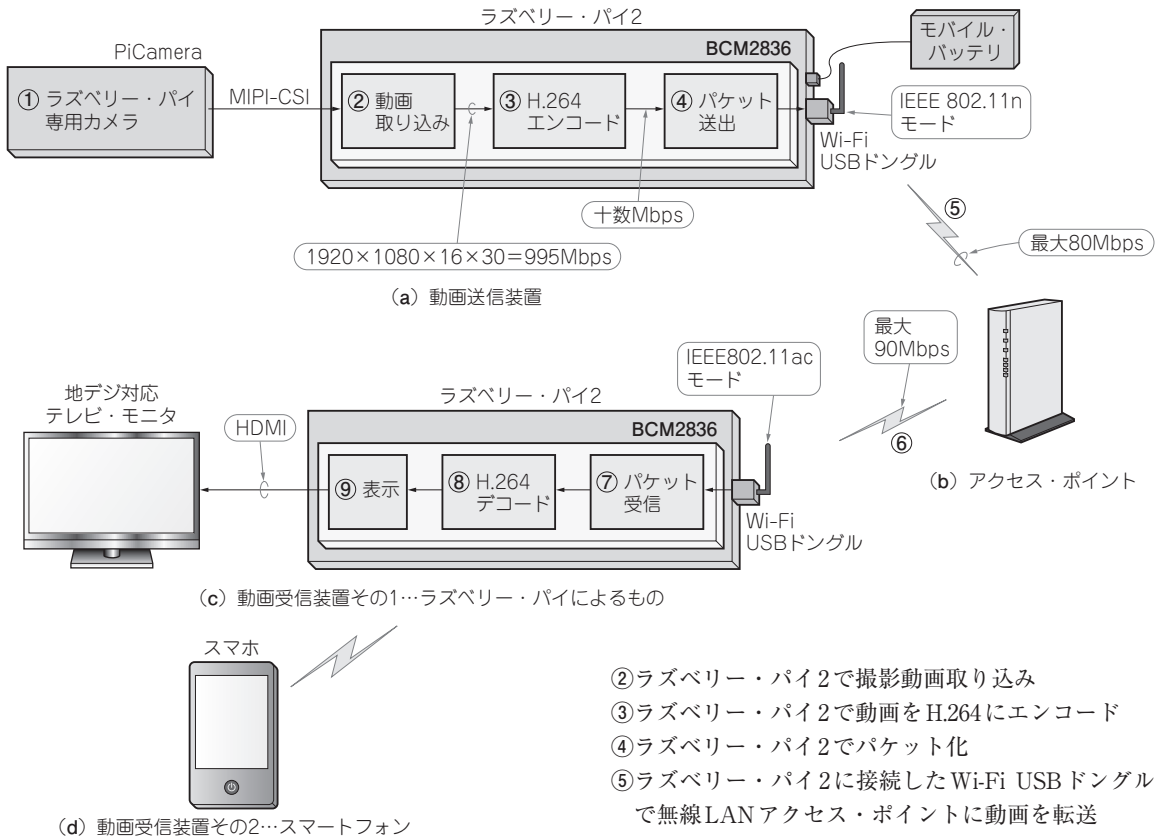


図1 10M~20Mbpsでデータを転送する装置の構成

ラズベリー・パイ2とスマホ それと専用カメラ

第1部で作成するラズベリー・パイHDライブ・カメラ・システムの送受信装置の構成を紹介します。作る装置はカメラ側(送信側)とディスプレイ側(受信側)の二つです。

図1に装置の構成を示します。信号(動画)の流れを次に示します。

● その1: 送信側…専用カメラ×ラズベリー・パイ撮影装置

①ラズベリー・パイ専用のカメラPiCameraで撮影

- ②ラズベリー・パイ2で撮影動画取り込み
- ③ラズベリー・パイ2で動画をH.264にエンコード
- ④ラズベリー・パイ2でパケット化
- ⑤ラズベリー・パイ2に接続したWi-Fi USB Dongleで無線LANアクセス・ポイントに動画を転送

● その2: 受信側…ラズベリー・パイ×ハイビジョン・テレビ表示装置

- ⑥無線LANアクセス・ポイントの packets を、もう1台のラズベリー・パイ2で受け取る
- ⑦ラズベリー・パイ2で packets を圧縮動画データに変換
- ⑧ラズベリー・パイ2でH.264をデコードし非圧縮動画に
- ⑨ラズベリー・パイ2のHDMI端子から動画をテレビ・モニターに送出
- ⑩テレビ・モニターで動画を表示

● その他: 受信用スマートフォン

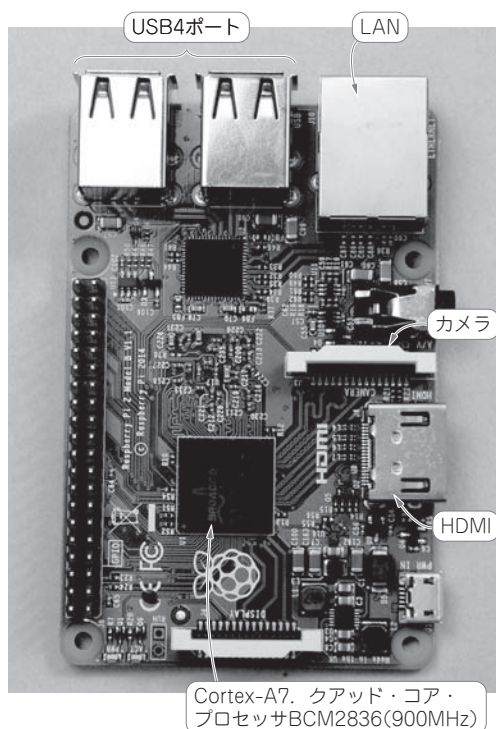
スマートフォンにVLCプレーヤ(VLC for Android)

見本

Wi-Fiなら高画質なハイビジョン映像を30フレーム/秒で送れる

ハードウェアの構成

矢野 越夫



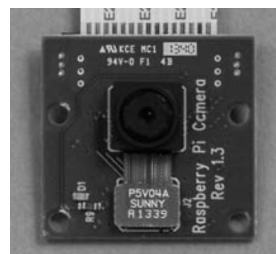
(a) ラズベリー・パイ2



(b) Wi-Fi Dongle ①…2.4GHz帯 LAN-WH300NU2



(c) Wi-Fi Dongle ②…2.4GHz帯/5GHz帯デュアル! GW-450S



(d) ラズベリー・パイ専用カメラ



(e) 5GHz/2.4GHz対応無線LANルータ

写真1 実験に使う主なハードウェア

コンピュータ・ボードにラズベリー・パイ2を使うメリット

今回実験に使った主なハードウェアを写真1に示します。大容量データ転送の実験には小型Linuxボードであるラズベリー・パイ2を選択しました。

▶処理が速い

900MHz動作のARM Cortex-A7プロセッサと1GバイトのRAMを搭載しているので、Wi-Fiモジュールを用いたネットワークへのデータ送信/受信実験の際に、足を引っ張ることはないでしょう。

▶専用ハイビジョン対応カメラがある

ラズベリー・パイには、ハイビジョン30フレームで

動画を提供できる専用カメラが用意されています。これを使えばイントロダクション3で紹介したような1920×1080画素(712Mbps)のフル・ハイビジョン動画を取得できます。さらに、このハイビジョン動画をH.264でエンコードするためのハードウェアも搭載しています。

▶HDMIで画面出力できる

受信側はH.264デコーダ搭載のPCでもスマホでもよいのですが、とりあえずHDMI端子付きモニターとともに、ラズベリー・パイ2で実現しました。

第3章

GPUを使ったH.264エンコード/デコードに挑戦!

ソフトウェアの構成

仙田 智史

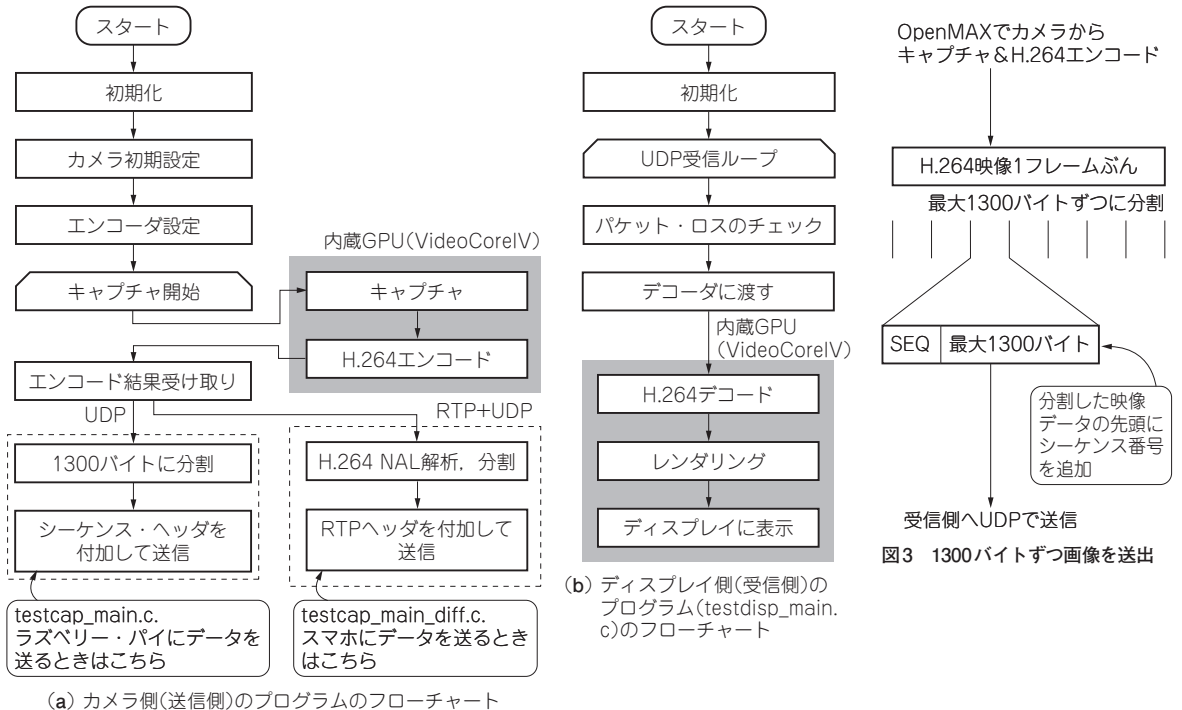


図1 カメラ側とディスプレイ側のラズベリー・パイ2プログラム

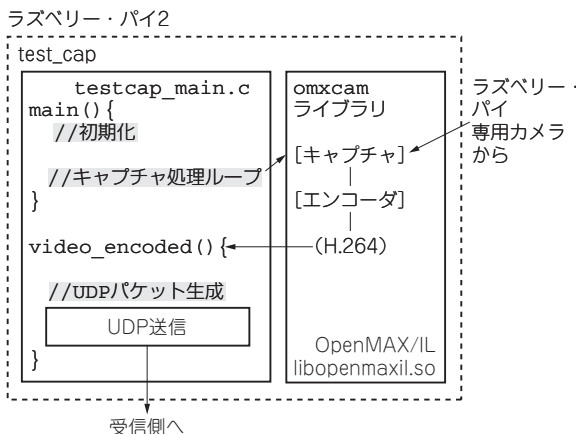


図2 カメラ側(画像送信側)ラズベリー・パイ2のソフトウェア構成

ライブ転送全体のフロー

ラズベリー・パイ2を使った大容量データ転送装置のソフトウェア・フローチャートを図1に示します。送信側はラズベリー・パイ専用カメラでキャプチャした動画を、H.264エンコードして、Wi-Fiモジュールから送信します。受信側は、Wi-Fiモジュール経由でデータを受信して、H.264デコードして、HDMI端子からディスプレイに表示します。

専用カメラからの画像キャプチャとH.264エンコードには、BCM2836搭載GPUのVideoCoreを利用します。H.264デコードおよび表示については、受信側もBCM2836搭載GPUのVideoCoreを利用します。パケット送受信のためのプロトコルにはUDPを使います。

見本

第4章

Wi-Fi ドングルなら伝送速度や周波数帯を変えるのも簡単! 実験成功! ハイビジョン・ ライブ映像を飛ばす

仙田 智史



(a) カメラ側送信装置



(c) 距離が離れるとフレームレートは落ちてしまうがピルの外の画像を撮ることも可能



(b) ディスプレイ側受信装置

写真1 実験成功! ハイビジョン・ライブ映像を飛ばしてみた

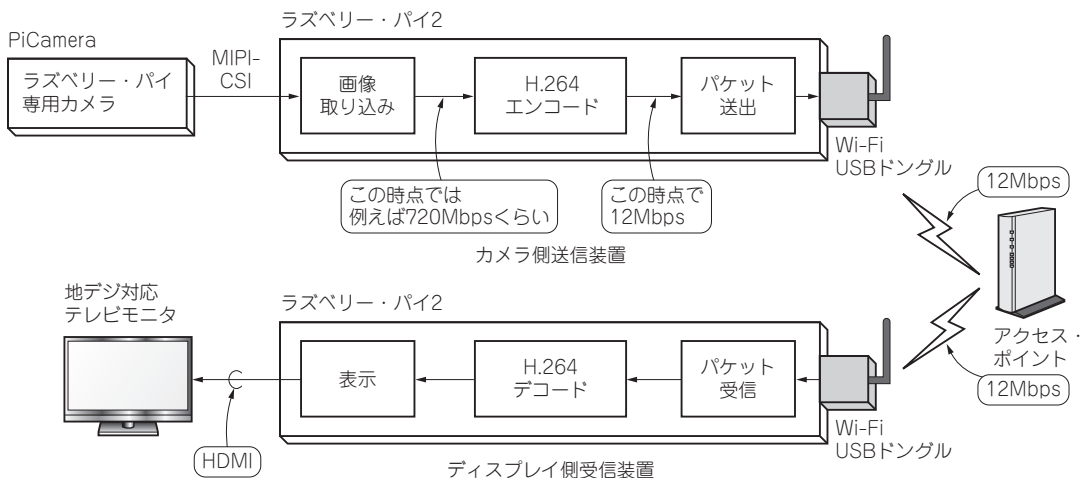


図1 データ送受信実験に用いた構成

コマンドを入力したいときは必要に応じてラズベリー・パイ2にキーボードなどを付ける

見本

第5章

RTPプロトコルでリアルタイム・ストリーム転送 スマホ対応 映像送信 プログラムを作る

仙田 智史

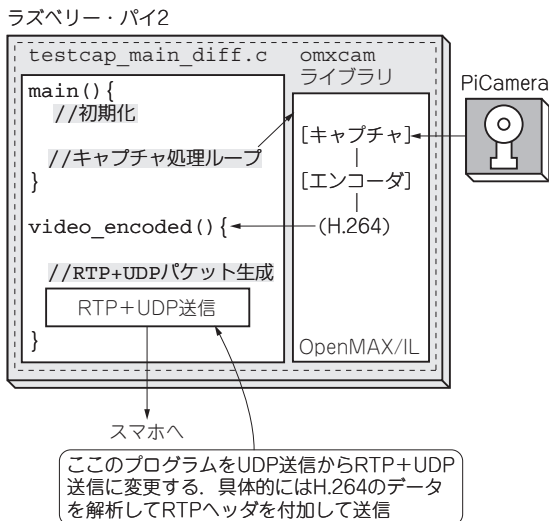


図1 やること…ハイビジョン・ライブ映像カメラ・システムをスマホ・アプリで視聴できるようにソフトウェアを変更する

ここまで紹介してきたハイビジョン・ライブ映像カメラ・システムのプログラムを改造して、スマホのメディア・プレーヤ・アプリで再生できるようにします。

具体的には、UDPで送るパケットの中身をRTP (Realtime Transport Protocol) にします。H.264のストリーム・データをRTPで送信するための取り決めRFC3984 (RTP Payload Format for H.264)⁽¹⁾ に沿うこととなります。

表1 NALユニットの種別はnal_unit_typeの値で表される

値	意味
0	無規定
1~5	映像データ
6	付加拡張情報 (SEI)
7	シーケンス・パラメータ・セット (SPS)
8	ピクチャ・パラメータ・セット (PPS)
9	アクセス・ユニット境界 (AUデリミタ)
10~23	その他データ (予約を含む)
24~31	無規定



図2 H.264ストリーム・データを構成する単位NAL unitの先頭1バイトのヘッダ…NALユニット・ヘッダ

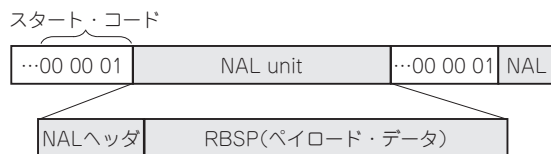


図3 H.264バイト・ストリームの中でNALユニット・ヘッダを探し出せるようにスタート・コードが埋め込まれている

● スマホ・アプリでライブ映像を視聴できるようにするためのソフトウェアの変更点

ソフトウェアの変更点を図1に示します。第3章で作成した、testcap_main.c中のUDPパケット生成に関する部分を変更し、RTPで送信するようにしました(リスト1)。

スマホ・アプリで視聴できるデータの構造

● H.264データをRTPで配信するためのフォーマット

RFC3984では、H.264映像データをRTPパケットで配信する方法が定義されています。これを理解するにはまず、H.264データの構成について知っておく必要があります。

▶ H.264ストリーム・データの最小単位…NAL

H.264のストリーム・データはNAL (Network Abstraction Layer) unitと呼ばれる単位で構成されています。

NAL unitは、先頭1バイトのNALヘッダ(図2)と、それに続くペイロード・データ (RBSP) からなります。

▶ NAL unitのヘッダ

NALヘッダの先頭1ビットは0固定です。続

見本

第6章

自宅サーバ公開時の必須アイテム! ダイナミックDNS

その1: IPアドレス 通知装置の製作

燕木 岳志

第6章～第8章では、ラズベリー・パイを使って自宅にWebサーバを構築するための技術を、ネットワーク・カメラを作りながら解説します(写真1)。

ステップ1 世界から接続できる固有の名前を無料で入手

ステップ2 画像やテキストを接続してきた端末に渡すためのWebサーバ構築

ステップ3 画像配信カメラの作りかた

の順に解説します。

自宅サーバをただで公開する方法

● 固定IPを取得すると毎月お金がかかる

皆さんが仕事や電子工作のためにサーバを構築する場合、いくつかの実現方法があります。

- プロバイダが提供している専用サーバを借りる
- VPS (Virtual Private Server) やクラウド・サーバ^{注1}といった仮想サーバなどを借りる
- 会社や自宅のLANに接続したパソコンやラズベリー・パイなどを利用する

プロバイダが提供しているサーバなら、最初から固定IPアドレス^{注2}が割り当てられているので、そのIPアドレスを直接指定してアクセスしたり、ドメイン名

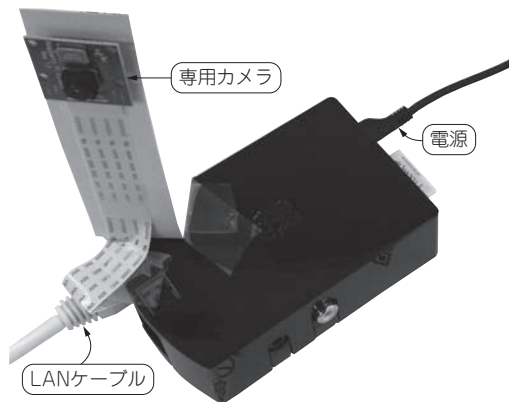


写真1 第6章～第8章でつくる画像配信カメラ
プロバイダから割り当てられているIPアドレスが変わってしまうため自宅カメラにIPアドレスで接続できない。ドメイン名とIPの結び付けをしてくれるサービスがあれば、自宅のカメラにはドメイン名でアクセスするだけ

を取得してそのIPアドレスと関連付けてアクセスすると思います。

では自宅の回線でサーバを運用する場合はどうでしょう? 固定IPを用意しなければと考えるかもしれませんが、利用料が月額で千円程度で済むようになったとはいえ、私的な利用や実験で短い期間だけのためにコ

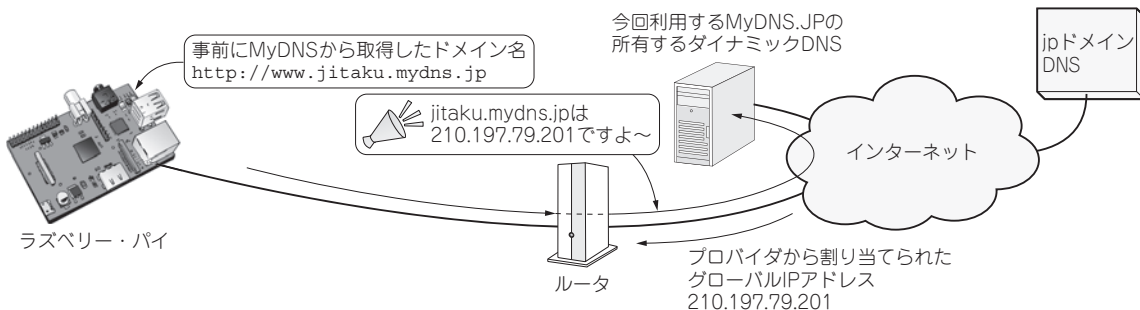


図1 ラズベリー・パイをただでサーバとして使うには…無料で使えるダイナミックDNSに登録してドメイン名を設定し、IPアドレスをダイナミックDNSに通知し続けなければならない

注1: VPSとクラウド・サーバは少し異なる。提供される環境としてはクラウド・サーバの中でもIaaS (Infrastructure as a Service) がVPSと同じといってもよいが、クラウド・サーバの方がCPUやメモリ・リソースを必要に応じてより自由に変更できる。

注2: 固定IPアドレスとしてIPv4だけでなくIPv6を割り当ててくれるサービスもある。

第7章

別の装置からブラウザでアクセスすると
画像やテキストを渡してくれる

その2: Webサーバ の構築

燕木 岳志

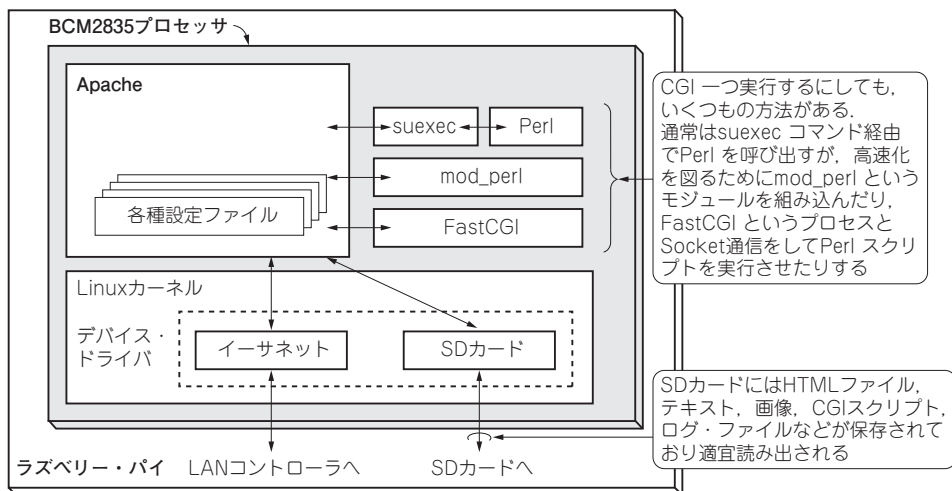


図1 本章でやること…定番ソフトウェアApacheを使ってラズベリー・パイをマイWebサーバにしてみる

ラズベリー・パイを使えば情報を世界に発信できるようになります。発信する情報は、HTMLで書かれた普通のWebページの自己紹介や、もう少しリッチにWordPressなどのCMSを利用したブログでもかまいません。ほかにはUSB接続したWebカメラやラズベリー・パイ専用カメラで撮影した画像、GPIOに接続した各種センサから取得した温度や湿度といった計

測値でもよいかもしれません。

本章では、ラズベリー・パイを使って世界とつながる第1歩として、本格Webサーバの構築をしてみたいと思います(図1)。

ラズベリー・パイで使える Webサーバ・ソフトウェア

そもそもWebサーバとは、テキストや画像などのデータを、別の装置からブラウザというソフトウェアを使ってアクセスしてリクエストすると、送信してくれる装置&ソフトウェアです。1990年代前半から、インターネットをわれわれにとって身近なものにしてくれた裏の立役者といってもよいと思います。

Raspbianにもともと用意されているWebサーバ・ソフトウェア・パッケージとして、有名なApache(Ver.2系)があります。ほかにもコマンドラインで、`$_apt-cache search 'web server'`と入力すると、lighttpdやnginxなどをはじめ、ある用途に特化したWebサーバ・ソフトウェアがいろいろと見つかります(表1)。

表1以外にも、JavaScriptベースでHTTPの動作

表1 ラズベリー・パイはマイWebサーバに最適! 専用Linux Raspbianに用意されたさまざまな特定用途向けWebサーバ・ソフト

サーバ名	特徴
aolserver4	AOL(Ameria Online)製のWebサーバ。Coreと、データベースや各種モジュールなど複数のパッケージで構成
boa	シンプル処理のWebサーバ。同時大量接続などには向かない
didiwiki	Wikiを内蔵しているシンプルなWebサーバ
starman	Plack/PSGI(Perl Web Server Gateway Interface)に対応したPerlで書かれたWebサーバ
thin	Rubyで書かれた軽量高速なWebサーバ
webfs	静的コンテンツ向けのシンプルなWebサーバ
yaws	Erlangで書かれた軽量のWebサーバ

見本

第8章

インターネットで外出先からいつでも見られる

その3：いざ動画配信

蕪木 岳志

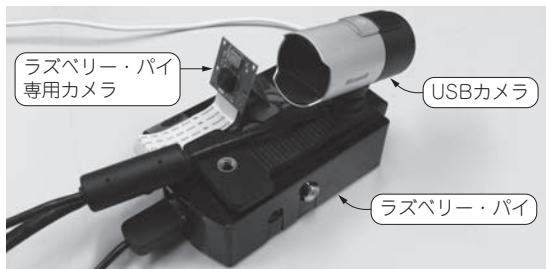


写真1 インターネットで外出先からいつでも見られるラズベリー・パイ・ライブ・カメラ



写真2 ライブ配信中！外出先から取得した事務所の画像

前章までで、ラズベリー・パイで自宅サーバを構築し、外部端末(PCやスマホ)からドメイン名でアクセスできるようになりました。本章ではこれらの環境を使って常時接続OKの画像配信カメラを作ります。写真1に制作した画像配信カメラを示します。写真2に撮影した画像を示します。

手順1：ウェブ・サーバで画像を表示できるようにする

まずは実際にラズベリー・パイで作ったWebサーバ内に置いたテキスト・ファイルや画像ファイルにアクセスができるようにしてみましょう。

RaspbianではApacheをインストールしただけだとリスト1で設定されているデフォルトのバーチャル・ドメイン・サイトが動きます。このバーチャル・ドメインは特にホスト名が設定されておらず、ほかに具体的なホスト名をServerNameなどで指定した別のバーチャル・ホストの設定もありません。この自宅サーバにブラウザでアクセスすると、リスト1のDocument Rootの設定に基づいて、Raspbianの/var/www/をトップページのディレクトリとしてコンテンツを返すこととなります。つまり、

```
http://192.168.11.82/=Raspbianの/var/www/
```

になるということです。

● その①：直接データ・ファイルを置く場合

直接データ・ファイルを置く場合は、/var/wwwのroot権限が必要です。一般ユーザ(piなど)の権限では何もできません^{注1}。

例えばラズベリー・パイ専用カメラPiCamで撮影したJPEG画像を見せたい場合には

```
$ sudo raspistill \
  --width 800 \
  --height 600 \
  -quality 75 \
  -awb fluorescent \
  --output /var/www/raspistill_
  picam001.jpg
```

のようにすると、http://192.168.11.82/raspistill_picam001.jpgで撮影した画像を見ることができます。インターバルに撮影するのなら、このコマンドをcrontabなどに設定をすればよいでしょう。

注1：混乱するようならsudoを多用するよりはsuコマンドでrootになって作業することをお勧めする。

第9章

外出先から泥棒へ警告したり部屋の電気を灯けたり 改良：I/O機能をプラスして ホームIoTにチャレンジ

燕木 岳志



写真1 ラズベリー・パイ & USBカメラを使ったネットワーク鳥さんライブ・カメラ画像⁽¹⁾

IoT時代にホントにやりたくなること…画像を見た後のちょこっと制御・計測。例えば、カラスがエサをとりに来ていたら追いかけてみたい

Linux×PICちょこっとリアルタイム・コントローラを作ったきっかけ

本章では、ラズベリー・パイを使って、いろいろな遠隔制御をしていきます。

第6章～第8章で紹介したネットワーク・カメラを使って、いつも野鳥のエサをベランダに置いてから出勤し、会社に着いたらメジロやウグイス、ヒヨドリなどをライブで見ながら日々癒やされていました(写真1)。

ある日、いつものように会社で鳥さんライブカメラを見てたら、なんと野鳥ではなく○○○が美味しそうにエサを食べているではありませんか!

このときの会社で画面を見ながらもどうすることもできない悔しさをばねに、本章で紹介するLinux×PICマイコン・リアルタイム・コントロール・システムの開発を始めました。

エサ泥棒への警告はもちろんですが、自宅に帰る前に部屋を明るくしたり、エアコンをONにしたり、といったことにも挑戦したいと思います。

できること

● IoTで必要になること…電子回路による制御・計測

離れた場所から何かを操作する：遠隔制御というところではどんなものを想像するのでしょうか？

鍵の掛け忘れをしていないかな？部屋の明かりを消したかな？アイロンは？ガスコンロは？冷暖房は？といった確認でしょうか。

あるいは、実際に施錠したり解錠したり、スイッチを切ったり入れたり、炊飯器を帰る前にONにしたり、お風呂を沸かしたり、洗濯機やお掃除ロボットを動かしたり、録画予約を忘れたので何時から何chの番組を録画したり…という制御も考えられます。

遠隔操作でやりたいことのかなり大部分は、「確認」したり、何かを「ON/OFF」したりという単純作業で済ませることができます。そこで、ラズベリー・パイなどを使って安価に、でも確認やON/OFFなどの簡単なリアルタイム制御機能は備えた、汎用制御装置を製作したいと思います。既存の各メーカーの家電制御なども簡単です。

● ラズベリー・パイだけでは難しいこと

本章では、インターネット経由で自宅の中にあるラズベリー・パイにアクセスをし、遠隔制御の判断材料となる温度/湿度/照度などのセンサ値を「確認」する機能を搭載します。

ラズベリー・パイは、GPIO⁽²⁾(汎用入出力, General Purpose Input/Output)を備えています。リアルタイム性を求められない用途で、デジタル値(0/1, High/Low)を入出力するには便利ですが、苦手なこともいくつかあります。

▶その1：アナログ入出力

A-D変換器やD-A変換器を備えていないため、例えばセンサが出力するアナログ電圧値を読むことができません。

PICマイコン^{注1}(Peripheral Interface Controller, マイクロチップ・テクノロジー)やAVRマイコン

第3部 音声パッケージ交換サーバづくり

オープンソースのソフトウェア Asterisk でオレ流 LINE ができちゃう！

第10章

その1：IP電話のしくみ

水越 幸弘

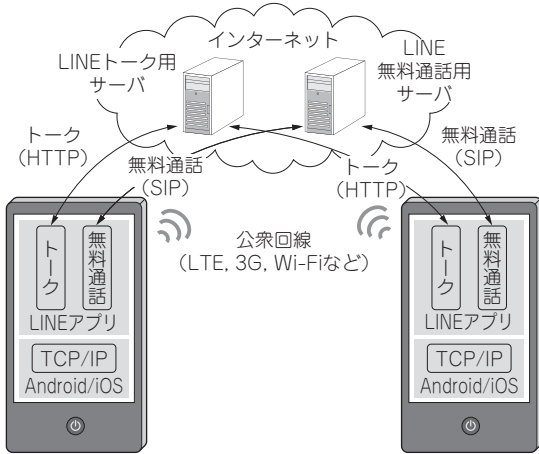


図1 無料通話アプリLINEには通話用と文字トーク用のサーバが用意されている

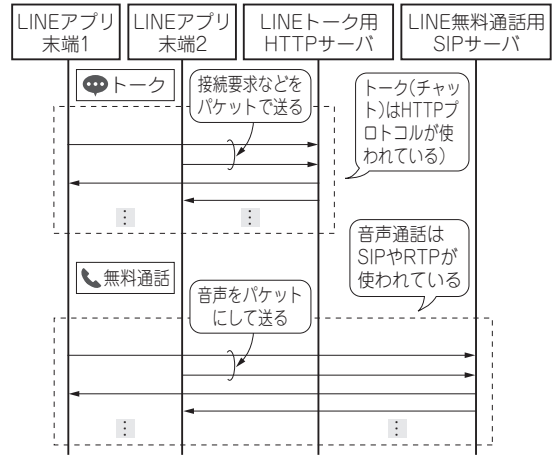


図2 無料通話にはSIPという通信プロトコルが使われる

スマートフォンやタブレットが普及し、自宅には光回線を引き込んで大容量の常時接続環境を持つ人が多いぐらいの世の中になりました。このような背景を踏まえて、SkypeやLINEなど、無料通話や格安通話のアプリがめじろ押しです。

本章では、このLINEのしくみについて説明し、同じような通話アプリを、手持ちのラズベリー・パイで作ります。既存のLINEにはない機能、例えば遠隔I/Oコントロールなども盛り込んでいきます。

無料通話アプリLINEのしくみ

LINEは、知り合い同士のコミュニケーション機能として、トーク（チャット）と無料通話があります。

図1にLINEのシステム構成を示しています。AndroidやiOSなどのスマホにインストールしたLINEアプリは、LINEサーバに接続します。トーク（チャット）や無料通話ごとにサーバが用意されています。

図2にLINEアプリをインストールした2端末が、それぞれ、トークと無料通話をしている際のやりとりを示します。

LINEアプリを含めて、スマホの外部との通信は、

通信の秘匿が確保されています。このため、スマホの無線電波を傍受しても、他人の通信内容を解釈することはできません。ただ、スマホ内部のデータのやりとりを特別の方法でキャプチャ（取得）することにより、LINEの通信を解析している方がいました⁽¹⁾。参考文献(1)によれば、LINEの通信は機能ごとに専用のサーバが用意されていることが分かっています。

● 使用する通信プロトコル

通信プロトコル（規約）は、階層的に積み上げられます。スマホの通信の物理層は、LTE、3G、Wi-Fiなどの公衆回線になります。端末を特定するためにIPアドレスが割り当てられ、最終的なアプリケーション間でデータの送受信をするために必要な共通の通信処理がTCP/IP層で行われます。

▶ LINE トーク

HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) プロトコルが使われています。

▶ LINE 無料通話

SIP (Session Initiation Protocol) や RTP (Realtime Transport Protocol) が使われています。

見本

第11章

外出先から自宅のエアコンやシャッタをON/OFFできるようになる

その2：遠隔I/Oにトライ

水越 幸弘

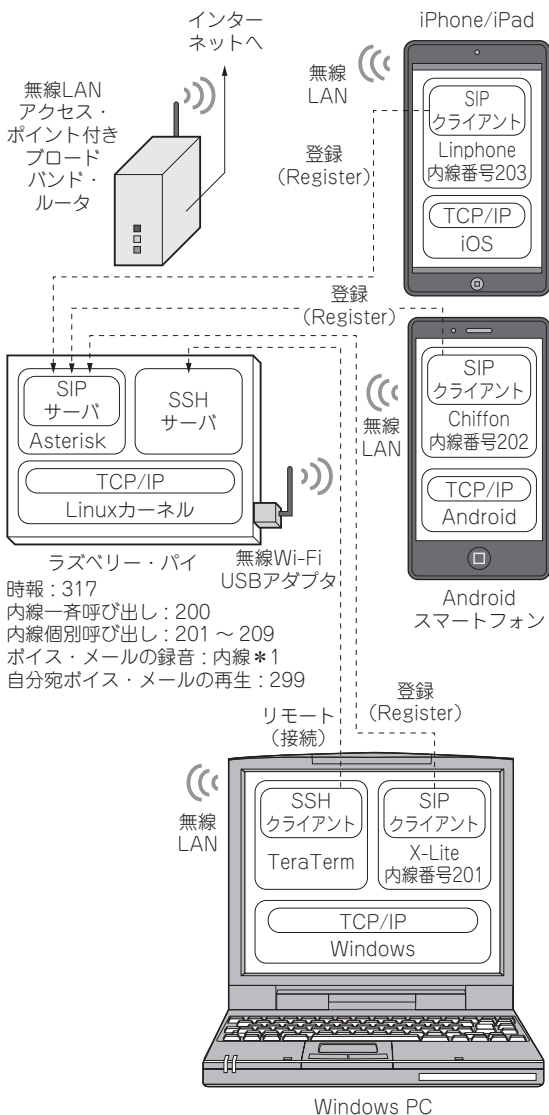


図1 第10章で製作した自宅用内線通話 (VoIP) 装置

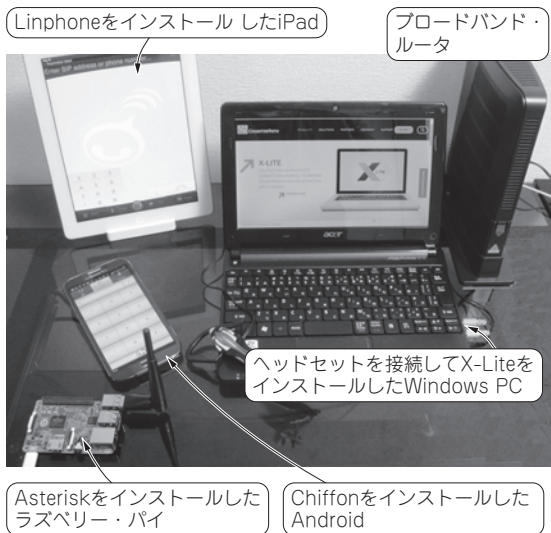


写真1 ラズベリー・パイ+オープンソース通話ソフト Asterisk で作った自宅用内線通話 (VoIP) 装置
今回これにGPIOを叩く機能やインターネット・アクセス機能を追加する。提供するソフトウェアはラズベリー・パイ2および1で動作する

第10章では、ラズベリー・パイ上でAsterisk (column1) という内線交換機ソフトウェア (オープンソース) を使って、個人宅で使える本格的な内線通話システムを作りました。具体的には、写真1と図1に示すようなVoIPシステムです。ヘッドセットを付けたWindows PCやAndroidスマートフォン、iOSタブレットにセットアップしたSIPクライアント機能を提供するソフトウェア同士で内線通話が可能になります。ただし、普通に内線通話システムを作ったのでは、LINEとどこが違うの?と言われかねないので、次のような特徴を出しました。

- 音声やダイヤルでラズベリー・パイのI/Oを叩ける (写真2)
- 複数の端末を同時に鳴らす一斉着信

この内線通話システムは、まだ外出先 (宅内のLAN以外) からアクセスできるようになっていません。そこで本章では、外出先からアクセスできるように改良します。

見本

第4部 セキュリティ・サーバづくり

第12章

オープンソース・ソフトウェアSoftEther VPN Serverでサッ スマホ/ノートPCを自宅LANに 接続OK! VPNサーバ

木村 実



(a) ラズベリー・パイで作ったVPNサーバ



(b) 外出先から自宅LANを見られる



(c) 紹介するSoftEther VPNサーバを
経由して自宅LANに接続したようす

写真1 実験に使用した装置

外出先から、インターネットなどを利用して、自宅や職場のLAN (Local Area Network) につながりたいときがあります。

- 旅行先から自宅サーバに録画・録音しておいた動画や音楽を視聴したい
- 出張中に社内においてあるドキュメントを素早く確認したい

しかし、インターネットは、誰でも自由に利用できるというメリットがある反面、通信内容を盗み見されたり(盗聴)、データの中身を書き換えられたり(改ざん)といった危険性が常に伴います。LAN内部のデータを危険にさらすわけにはいきません。

インターネットなどのパブリックなネットワークから自宅や職場のLANに安全にリモート接続する方法として、VPN (Virtual Private Network) があります。VPNは、送信時にデータを暗号化してインターネットに流し、受信時に暗号化されたデータを復号化することで、安全に外部からLANに接続する技術です。

本章では、ラズベリー・パイとオープンソース・ソフトウェアを使って、自宅VPNサーバを作成します。インターネット接続できる環境さえあれば、VPN接続を利用して世界中のどこからでもLAN内のファイルへアクセスできるようになります(写真1, 図1)。

● AndroidやiOS, Windowsに標準搭載で便利!

VPNには、リモート・アクセス型と拠点間接続型があります(column参照)。

本章では、ラズベリー・パイにオープンソースのVPNサーバ・ソフトウェアSoftEther VPN Serverをインストールして、リモート・アクセス型のVPNサーバを構築してみます。

Windows PCやAndroid/iOSを搭載したスマホ/タブレットには、リモート・アクセスが行えるVPN接続ソフトウェアが標準準備されているので、端末として非常に便利に使えます。

見本

第5部 趣味のサーバづくり

第13章

インタプリタ言語Rubyで高速開発! DNSやTCP/IPを動かす その1: 自動ウェブ・ データ集収器

倉田 正

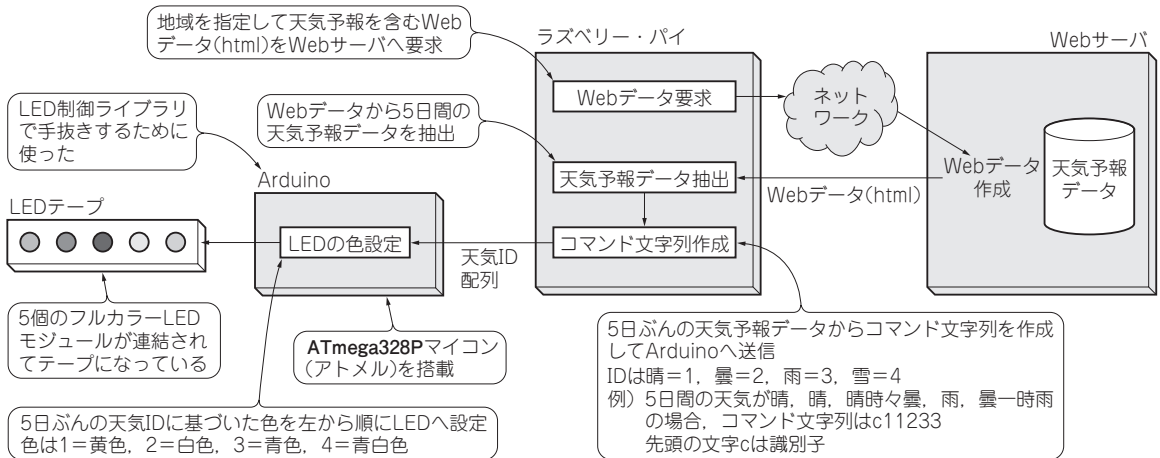


図1 ラズベリー・パイがネット上にある天気予報情報をもってきてLEDに表示するMy電子看板を製作

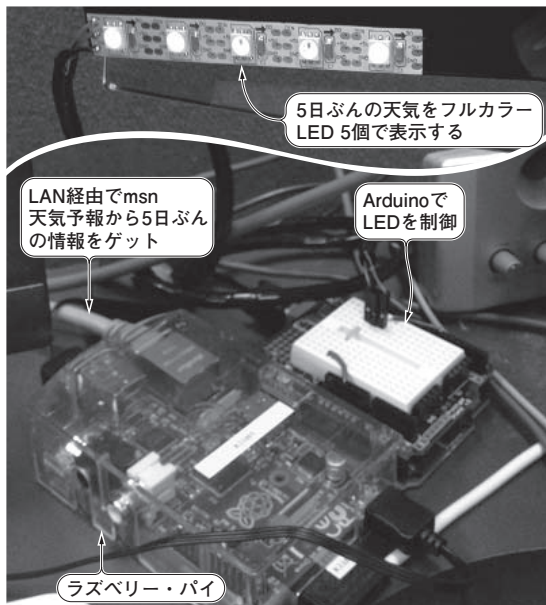


写真1 LEDで5日ぶんの天気予報を表示できた
左端のLEDが直近, 右端のLEDが5日後の天気予報を示す。黄色で晴れ, 白色で曇り, 青色で雨, 青白色で雪を表す

本章では、ラズベリー・パイでインターネット上の天気予報を取得し、それをテキスト解析して、結果をLEDの色で表現するネット接続ガジェットを製作します。

▶700MHzパワーのおかげで少ない記述でインターネット・アプリも実現できる高級言語Rubyを動かせる

インターネットからデータを取得して、あるキーワードをもとにテキスト情報を抽出するようなライブラリが高級インタプリタ言語Rubyには用意されています。これを使えば、1行で複雑な処理が書けてしまい、プログラミングの手間を省くことができます。(編集部)

5日ぶんの天気予報データを収集してLEDで表現する

●装置概要

図1に装置の概要を示します。

インターネット上の「ひとくち予報in Feed」(http://www.weathermap.co.jp/hitokuchi_rss/index.html)で都道府県および地名(都市名)を選んで取得できるXML (RSS) から、今日を含めて

見本

第14章

さすがI/Oコンピュータ! I²C/SPI/LANの組み合わせが楽々 その2: ベランダで受信して 屋内へ! ラジオ中継器

瀬田 信一

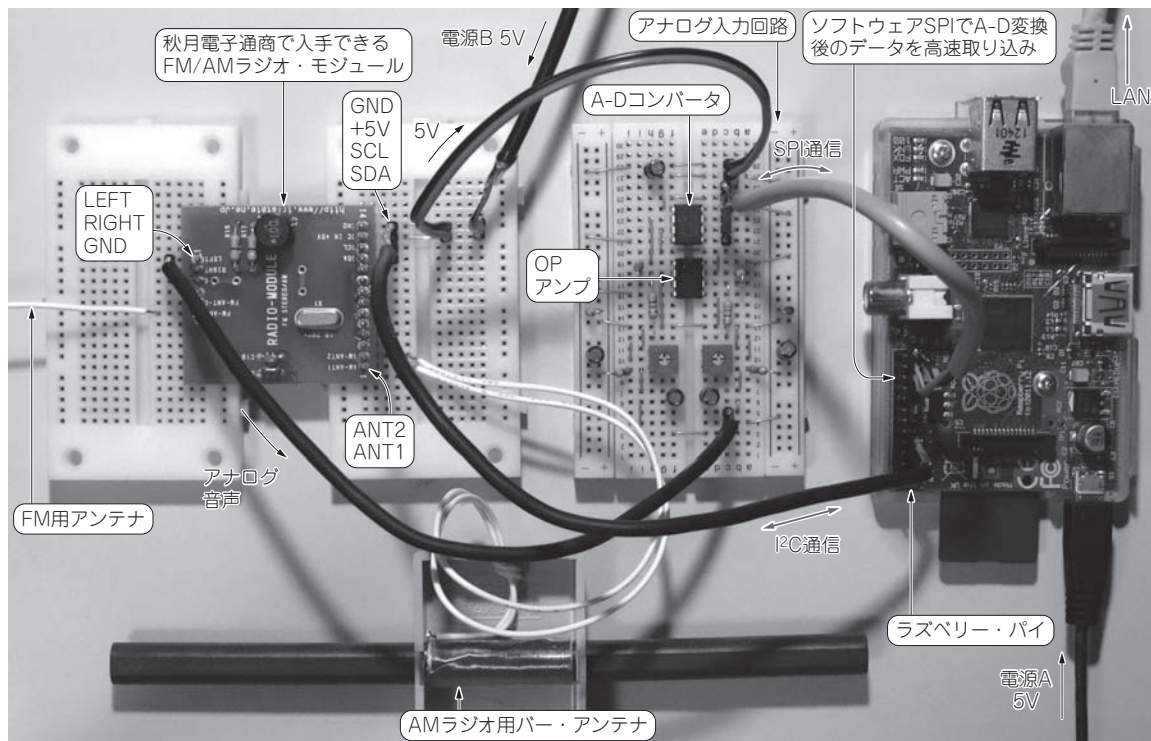


写真1 ラジオ放送波を受信して自宅LANにUDPパケットで送出するラジオ中継サーバ

ラズベリー・パイは、マイコン・ボードに比べると、データ・サーバに仕立てるのが簡単です。また、GPIO/シリアル通信/USB/カメラ/SDカードなどのインターフェースを備えています。そこで、FM/AMラジオを受信して自宅LAN上に配信するラジオ・サーバを製作してみます(写真1)。主な機能としては、SPI、I²C、LANを使います。

- (1) ラジオ・モジュールで放送を受信
- (2) OPアンプでアナログ音声信号を増幅
- (3) SPI接続のA-Dコンバータでアナログ音声信号をデジタルに変換し、ラズベリー・パイに取り込む
- (4) LANに送出

ラジオ・モジュールはI²Cで制御します。ラズベ

リー・パイOSには標準のLinuxディストリビューション「Raspbian」を使いました。

● 製作のくふう

▶ SPI通信プログラムを自作

A-Dコンバータから出力される512kbpsの連続データが、Linux標準SPIデバイス・ドライバを使うとうまく取り込めませんでした。そのため、Linux標準デバイス・ドライバを介さないでGPIOを直接制御して、連続SPI通信を行えるようにしました。連続SPI通信が行えると、SPI通信機能を持つ高分解能のD-Aコンバータや、カメラ・モジュール、ステッピング・モータ・ドライバなどを接続できるようになります。

見本

第15章

192kHz/24ビットの大容量FIACフォーマット・ファイルも
楽に飛ばせる

その3：ハイレゾ・オーディオ送受信器

西新 貴人

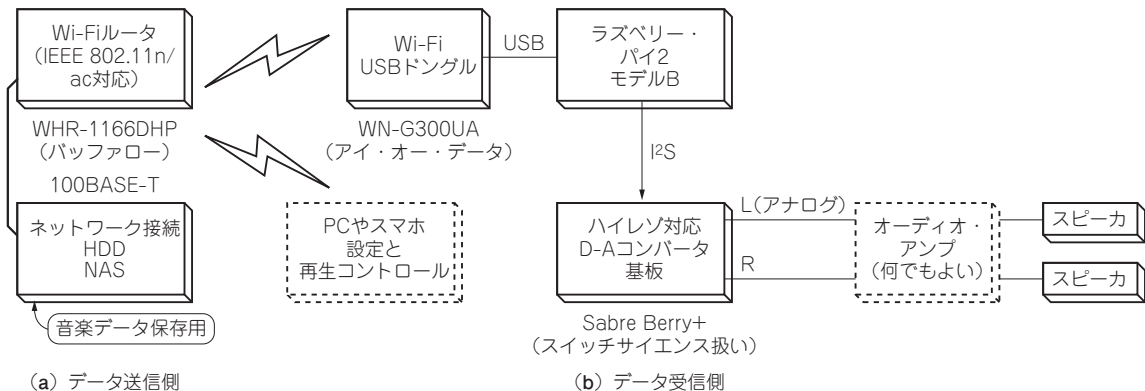


図1 ラズベリー・パイ2を利用したハイレゾ対応Wi-Fiネットワーク・オーディオ再生装置

表1 オーディオ信号の送信および受信に用いた装置

項目	型名	備考
NAS	RockDisk NEXT (アイ・オー・データ)	音楽データ保存用
Wi-Fi ルータ	WHR-1166DHP (アイ・オー・データ)	

(a) データ送信側

項目	型名	備考
Wi-Fi USB ドングル	WN-G300UA (アイ・オー・データ機器) または LAN-WH300NU2 (ロジテック)	RTL8192cu チップ使用
Linux ボード	ラズベリー・パイ2モデルB	
I2S 接続の D-A コンバータ	SabreBerry+	そのほかの I2S 接続品でも可
オーディオ・アンプ	自作アンプ (アナログ外部入力付きのアンプなら何でも)	
DC5V/最大2A 電源	スマホ用バッテリーの付属品	microUSB コネクタでラズベリー・パイ2に給電
2Gバイト以上の microSD カード	Team-japan 8Gバイト	ラズベリーパイの起動時間に影響するため Class10 がよい

(b) データ受信側

ここ1~2年、ハイレゾ・オーディオが注目を集めています。音楽データをパソコン内のHDD/SSDやNAS(ネットワーク・アタッチト・ストレージ)に保存し、パソコンに接続したUSB-DACなどから音楽を再生する「PCオーディオ」が人気です。

一方、NASに保存した音楽データをダイレクトにネットワーク対応のオーディオ機器から再生する方法も広まりつつあります。こちらはPCオーディオに対して「ネットワーク・オーディオ」という呼び方をしています。ネットワーク再生機器にオーディオ専用PCや小型のLinuxボードを使う方法もあり、厳密な区分けはされていないようです。小型Linuxコンピュータであるラズベリー・パイを使えば、ハイレゾ対応ネットワーク・オーディオを手軽に試せます。さらに、データ量が多いため意外と難しいワイヤレス化を、Wi-Fiを使って試してみます。

ハードウェア

● データ受信&再生にラズベリー・パイ2を使った

図1、写真1にネットワーク構成も含めた全体の構成を示します。製作に使った装置一覧を表1に示します。

写真1(c)はI2S接続のD-Aコンバータ基板です。工房Emergenceのケースに入れてみました。

見本

手づくりパケット送信&受信環境で脱モヤモヤ

実験でステップ・バイ・ステップ! ネットワーク通信超入門

坂井 弘亮

本章の目的…ネットワーク通信の脱モヤモヤ!

● ネットワークがモヤモヤしてピンとこない理由
マイコン基板をネットワークに接続する際は、誰かが用意してくれた接続用のTCP/IPプロトコル・スタックのライブラリなどを利用することがほとんどだと思います。

UNIX系のOSでは、ネットワーク機能を利用する手段としてソケットがあります(図1)。ソケットは、socket()によりオープンし、あたかもファイルのread()/write()のようにネットワーク通信を行えるインターフェースです。TCP/IPなどのネットワーク機能を利用するための事実上の標準であり、BSDやLinux、Windowsなどで広く利用できます。

それらのOS上でソケットを利用するならば、TCPやIPの処理をOSのカーネルが行うため、アプリケーションからは送受信するデータだけを扱えば済みます。

図1に示すように、TCPやUDP、IPといったプロトコルのパケットがどのようなになっているか、処理をどのように行っているかをユーザが意識しなくてもよいように作られています(1)。

逆にいうと、多くの人にとってネットワークがモヤモヤとしたもので、ピンとこない原因となっているかもしれません。

● 実験すること

そこで、本章では、パケット送信プログラムとパケット受信プログラムを使って、イーサネット・フレームやIPパケット、UDPパケットなどを作成し、送受信の実験を行ってみます。非常にシンプルにパケット単位での通信を試してみることができます。

パケットを手で作成して送信・受信できるツールを作って試すため、脱モヤモヤにつながります。

テスト用の装置や、独自プロトコル開発のベースとしても非常に便利に使えます(column1)。

第6部で紹介する各種ツールやサンプル・プログラムのソースコードは、以下の筆者のサイトからダ

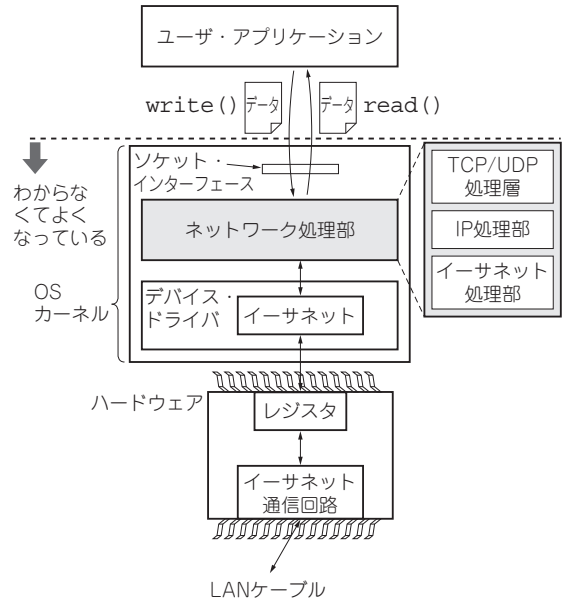


図1 ネットワーク通信の定番インターフェース ソケットはプロトコル処理を隠蔽する

ウンロードできます。ライセンス・フリーとするので、自由に使ってください。

<http://kozoz.jp/books/interface/ethernet/>

実験の構成

● 送信と受信のマシンを準備する

実験にはFreeBSD機とGNU/Linuxディストリビューション機を使用しました。試すには、2台のPCを用意する必要がありますが、調達が難しければVMwareやVirtualBoxなどの仮想マシン上に構築してもかまいません。

● 想定しているネットワーク接続

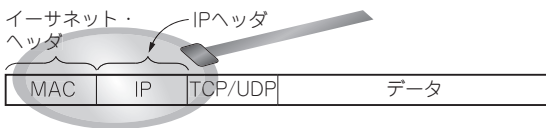
ここではFreeBSDとCentOSのPCを図2、図3の構成で接続したネットワークを想定してま

見本

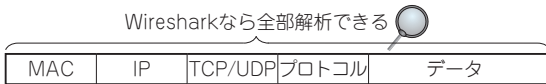
第17章

よくあるMAC & IPアドレスの
重複やデータ誤りなどをサッと発見!ネットワーク・パケット
解析環境の構築

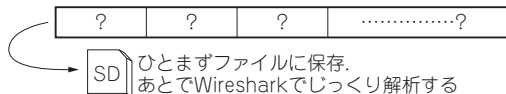
坂井 弘亮



(a) その1…イーサネット・ヘッダ & IPヘッダ簡易アナライザ・プログラム



(b) その2…プロも愛用! オープンソースの定番ネットワーク・アナライザ・ソフトWireshark



(c) その3…ネットワーク・パケット取り込みプログラム

図1 本章で紹介するネットワーク・パケット解析環境

● ネットワーク・パケットを解析できると上達するし劇的に便利

自作マイコン基板をネットワークにつなぐとき、応答が出てこなかったり挙動がおかしかったりすることがあります。

例えば、MACアドレスは世界に一つだけのはずですが、自作マイコン基板の場合、サンプルのMACアドレス設定をそのまま利用してしまうことがあります。なんとなく装置の挙動がおかしいことには気づくのですが、解決に時間がかかることがあります。

何らかの問い合わせは届いているのに、マイコン基板からの応答がLAN上に出てこないなどの事象もあり得ます(パルス・トランスの断線などの原因が考えられる)。

原因を探るにはLANケーブル上に流れるパケットを見てしまえば、手っ取り早く解決できます。

● 紹介するソフトウェア

ここでは、用途に応じて三つのネットワーク・パケット解析用のソフトウェアを紹介します。

▶ その1…イーサ & IPヘッダの自作簡易アナライザ

イーサネット・ヘッダやIPヘッダは、それほど複雑な構造をしているわけではないため、簡単なアナライザならば自作可能です[図1(a)]。プログラムの容量も数Kバイト程度なので、ラズベリー・パイに搭載して持ち歩くこともできます。

▶ その2…UDP/TCPもOKでフリー! 定番ネットワーク・アナライザWireshark

その1の自作簡易アナライザは、イーサネット、IP、ARPの三つのプロトコルにしか対応していません。世の中には、フリー・ソフトウェアのネットワーク・アナライザtcpdumpやWiresharkなどといったものがあります。ここでは定番のWiresharkについて紹介します[図1(b)]。

Wiresharkは高機能なぶん巨大なツールでもあるので、ラズベリー・パイのような小型CPU基板での動作に不向きな部分もあります

▶ その3…自作ネットワーク・パケット・ロガー・ソフト

その1の自作簡易アナライザでは物足りなくて(UDPやTCPも解析したくて)、Wireshark搭載パソコンをいちいち持ち歩きたくない場合、ネットワーク・パケット・ロガーがあると非常に便利です。ひたすらパケットを記録した後、パソコン上で動くWiresharkに読み込んで解析できます[図1(c)]。

第18章で示すようにラズベリー・パイで動かせば、非常に便利なネットワーク・パケット取り込み機になります。

その1…イーサ & IPヘッダの
自作簡易アナライザ

● 組み込みではイーサとIPのヘッダが解析できれば事足りる場合も

イーサネットは隣接ノードとの通信、IPはルーティングによる世界中へのパケットの到達性を司ります。対してそれらよりも上位のTCPやUDPなどのプロトコルは、アプリケーション向けのものであり、パケット通信にはそれよりも下のIPやイーサネットが効

見本

第18章

自宅でネットワーク上達の近道!

後から解析も簡単! ラズベリー・パイで作るパケット・ロガー

坂井 弘亮

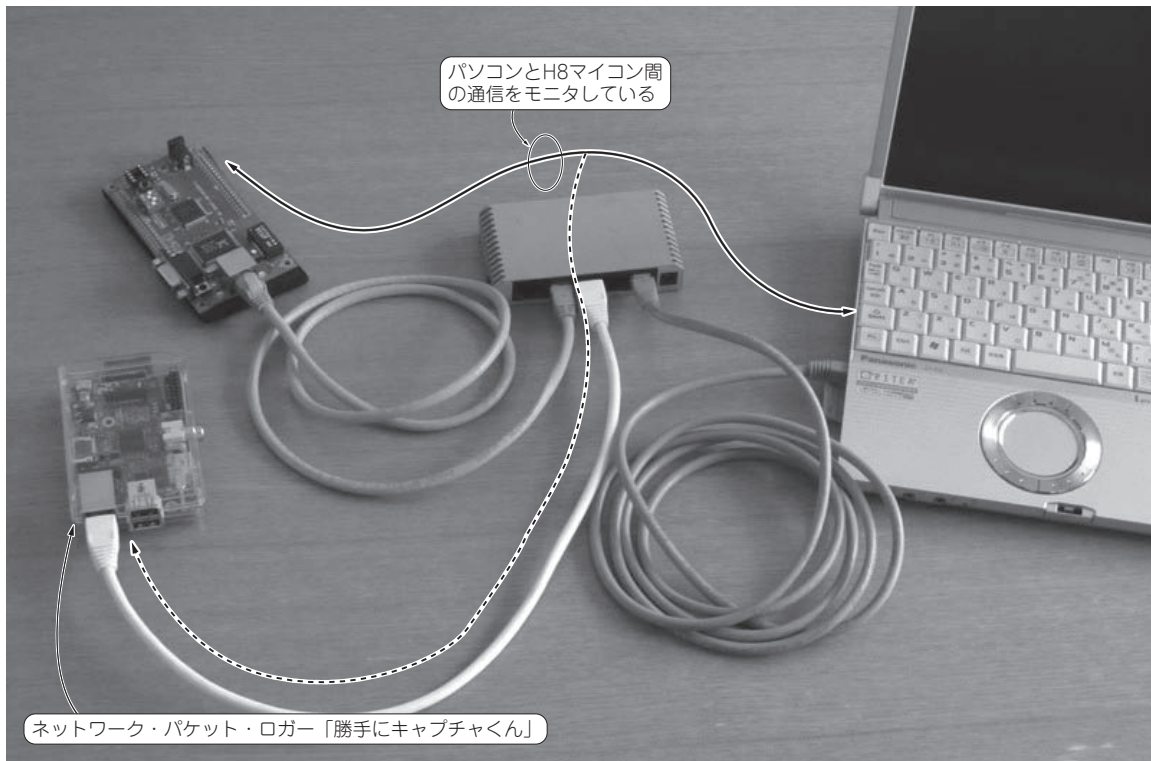


写真1 パソコン-マイコン間のネットワーク・パケットを取り込んで保存できる!

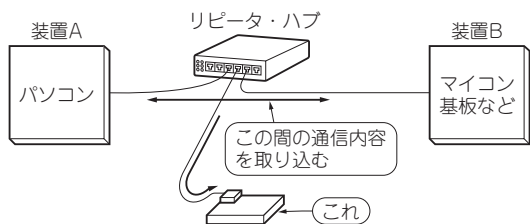


図1 製作したラズベリー・パイ ネットワーク・パケット・ロガー「勝手にパケット・キャプチャくん」を使ってデータを取り込んでおく自宅のLAN解析が手軽にできる

本章で紹介するネットワーク・パケット・ロガーは、装置Aと装置Bの間でやりとりされるパケットを、ラズベリー・パイに記録し続けます(図1, 写真1)。

記録データは、プロ御用達のネットワーク・アナライザ Wiresharkで図2のように開くことができます。どの時間にどのようなプロトコルがやりとりされたかを、じっくり解析できます。

第17章で作成した簡易パケット・キャプチャをラズベリー・パイ上で動作させることで、かばんに入れて持ち歩ける自動キャプチャ装置を実現しています。出張先でのネットワーク解析に役立つことがあるかもしれません。機能を表1に示します。

● 準備

▶ラズベリー・パイを動く状態にする

まずはラズベリー・パイ上で、筆者が製作した簡易パケット・キャプチャを動作させて

見本

第19章

受信/送信/解析/変換…組み合わせていろいろ使える!

フリーのパケット操作プログラム群pkttools

坂井 弘亮

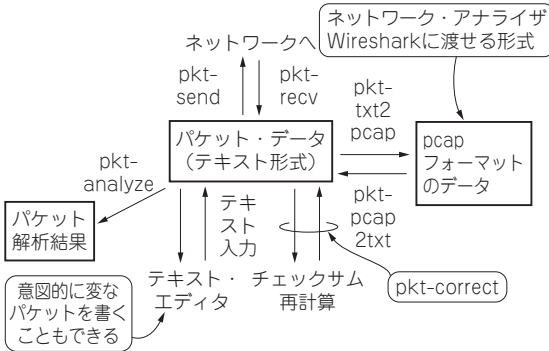


図1 筆者提供のパケット操作プログラム群「pkttools」のできる事

表1 pkttoolsに含まれるプログラム

プログラム名	動作
pkt-recv	パケット・キャプチャして、受信データをテキスト出力
pkt-send	テキスト入力されたパケットを送信
pkt-txt2txt	テキスト入力されたパケットをテキストで再出力(テキストの整形用)
pkt-txt2pcap	テキスト入力されたパケットをpcapフォーマットに変換
pkt-pcap2txt	pcapフォーマットを解読してテキスト出力する
pkt-analyze	テキスト入力されたパケットを解析
pkt-correct	テキスト入力されたパケットのチェックサムを再計算して再出力
pkt-pingrep	pingの応答を生成(後述)

筆者が作成しフリー・ソフトウェアとして公開しているパケット操作プログラム群pkttoolsがあります。

pkttoolsはパケットの送信や受信、解析、チェックサム計算やフォーマット変換などを行う各種プログラムの集合です。各プログラムの組み合わせの柔軟性が高く、図1のように連携させて、さまざまな処理を行うことができます。図中でpkt-xxxとなっているのが、pkttoolsが提供するコマンドです。

pkttoolsを組み合わせると各種解析や実験に使えます。pkttoolsの活用例として、pingを自動返信させる装置&プログラムをAppendix 7と第20章で紹介します。

なお、pkttoolsはBPFとRAWソケットの両方に対応しており、FreeBSDとLinuxの環境で利用可能です。

● pkttoolsの利用方法

pkttoolsは表1のツールを含んでいます。リスト1はLinuxでネットワーク・インターフェースのeth0上でパケットをキャプチャしたときの出力例です。なお、利用できるインターフェース一覧はifconfigというコマンドによって知ることができます。

このように出力はテキスト・ベースで行われます。さらに各プログラムをパイプで接続して、図1のように連携動作させることができます。

表2はプログラム群のさまざまな実行例です。表3は各プログラムを実行する時のコマンド・オプション一覧です。

リスト1 ネットワーク・インターフェースのeth0上でパケットをキャプチャしたときの出力例
出力はテキスト・ベースで行われる

```

% pkt-recv -i eth0
-- 1 --
TIME: 1400296569.633895 Sat May 17 12:16:09 2014
SIZE: 98/98
000000: 00 11 22 33 44 55 00 66 77 88 99 AA 08 00 145 00: ..3DU.f w....E.
000010: 00 54 59 86 00 00 40 01 9D C4 C0 A8 01 0D C0 A8: .TY...@. ....
000020: 01 01 08 00 D2 DA 66 11 00 00 53 76 D4 79 00 09: .....f. ..Sv.y..
000030: AC 17 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15: .....
000040: 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25: ..... !##$$%
000050: 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33 34 35: &'()*+,- ./012345
000060: 36 37 : 67
==
    
```

見本

第20章

フリーのパケット操作ソフト pkttools で物理層の接続確認が
パツ!

ping 応答ソフトで試して合点! ARP & ICMP のメカニズム

坂井 弘亮

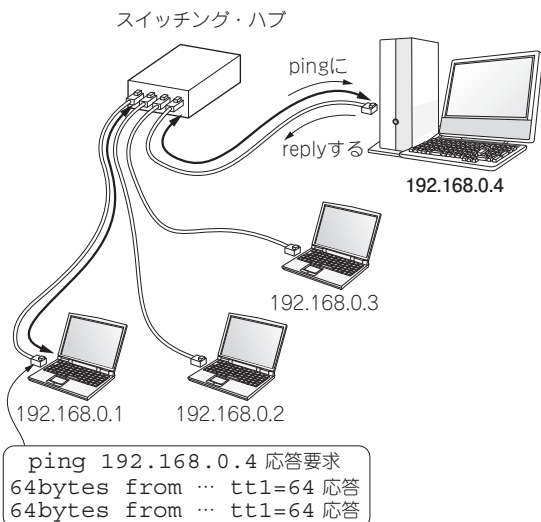


図1 よく使う ping コマンドの動作イメージ

前章で紹介したパケット操作プログラム群 pkttools を使って、ping 応答ソフトウェアを作ってみました。pkttools を組み合わせるといろいろなネットワーク解析ソフトが手軽に作れるので便利です。

制作した ping 応答ソフトウェアは、IP ネットワークのパケット到達性を確かめる際に役立ちます。例えば端末 A と端末 B の通信が不安定だとします。この場合、途中のネットワークに問題があるのか、端末 B の設定に問題があるのかが疑問です。そこで端末 B を端末 C に置き換えて試してみることを考えるわけですが、それだと端末 C の設定を新たに行う必要があり、設定にミスがあるかもしれません。

ping 応答ソフトウェアであれば、どのような IP アドレス宛の ping にも応答します。これにより端末 A と端末 B との間のネットワーク到達性を確認できます。またネットワーク関連の設定を行わずに利用できるため、設定ミスの問題も避けられます。

ping 応答ソフトウェアは、接続が不安定な機器間において、ひとまず途中のネットワークは安定しているかどうかを確認したい場合に有用です。

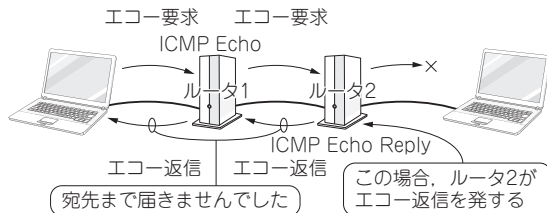


図2 ping コマンドの正式なプロトコル名は ICMP (Internet Control Message Protocol) っていう

そもそも ping とは何か?

いわゆる ping (図1) の正式なプロトコル名は、ICMP (Internet Control Message Protocol) です。ICMP はその名のとおりに、さまざまな制御用の機能を持ったプロトコルなのですが、通常のネットワーク機器には「ICMP Echo」というメッセージに対して「ICMP Echo Reply」を応答するという機能があります。

これはノードへの IP パケットの到達性を調べる際に利用できます。ノードに対して「ICMP Echo」を送信して「ICMP Echo Reply」が返ってくれば、そのノードは存在し、通信ができるということが分かるわけです。

そして ping は、ICMP Echo を送信して ICMP Echo Reply が返ってくることを確認するためのコマンドです(図2)。つまり ICMP はプロトコル名、ping はコマンド名ということになります。

リスト1は 192.168.1.1 というノードで ping を実行し、192.168.1.2 というノードに対してパケットの到達性を調べてみた結果です。「icmp_seq」としてシーケンス番号、「time」として応答時間が表示されています。192.168.1.3 が存在しない場合には、リスト2のように応答がない状態になります。

● ping の応答動作

通常のネットワーク機器は、自身を宛先とした ICMP Echo に対してだけ ICMP Echo Reply を返します。リスト2では 192.168.1.3 に対して ping を発行していますが、192.168.1.3 というノードは存在しない

見本

第21章

LinuxならUSBも無線LANもネットワークも楽々! Wi-Fi Dongle用 Linux ドライバ入門

矢野 越夫

ラズベリー・パイ2にWi-Fi USB Dongleを接続すると、USBデバイス・ドライバやUSBコア、USBホスト・コントローラ、そしてネットワーク・ドライバが動作します。その役割を説明します。(編集部)

Linuxの無線LANドライバ

今回のラズベリー・パイのOSにはLinux (Raspbian)を使います。Linuxでは無線LANドライバは、WLAN抽象化層 (Abstract Layer) として提供されます。

● 無線LANのミドルウェア・パッケージ

図1にLinuxにおける無線LAN (WLAN) 関連のソフトウェア・パッケージの位置付けを示します。Linuxの無線LANの各APIは全て抽象化されて実装されています。

▶ WEP

最も簡単な暗号化層です。初期の暗号化システムとして採用されましたが、皆によってたかって脆弱性を発見したため使用中止が叫ばれています。

▶ WPA2-PSK

現在堅ろうと考えられている暗号化システムです。家庭や小規模オフィスでは、認証サーバを利用せずにPSK (Pre Shared Key) をそれぞれ設定して、双方を認証して接続します。

▶ Wi-Fi Direct

無線親機 (アクセス・ポイント) を使わずに直接子機同士を接続する機能です。片方がWi-Fi Directに対応していると、もう片方からはアクセス・ポイントとして見えるので、普通に接続できます。

▶ WPS

「Wi-Fi Protected Setup」のことで、ボタンを押すだけで、無線親機と子機が簡単に接続できます。無線LAN関連の業界団体「Wi-Fiアライアンス」が仕様を固め、対応機器の認定を行っています。

Linuxには、おおよそ以上のようなミドルウェア・パッケージがWLANドライバとして用意されています。実際のラズベリー・パイ2のハードウェアとのインターフェースにはSDIOとUSBがあります。USB

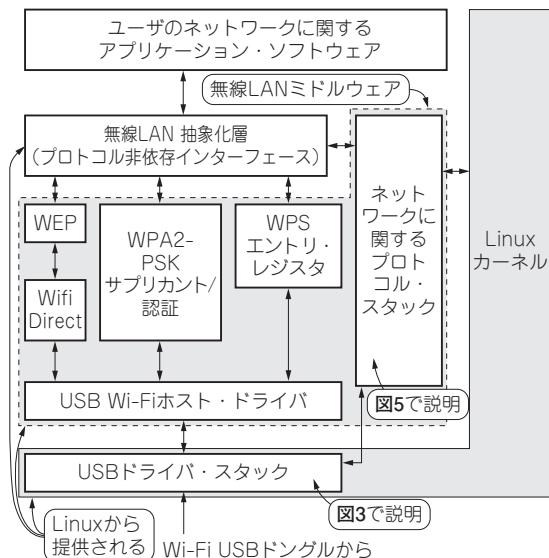


図1 USBもWi-FiもネットワークもLinuxにおけるWi-Fi Dongle関連のソフトウェア・パッケージ

の場合は各種ドライバ・スタックで構成され、USBプロトコルを解釈します。

● USBからネットワークへの接続

図2に、ラズベリー・パイ2にWi-Fi USB Dongleを差したときの無線LANと有線LANの関係を示します。ラズベリー・パイ2はほとんどがソフトウェアで処理されるので、ハードウェアとその中のソフトウェアをごちゃ混ぜで表現しています。

LinuxのUSBドライバ

● ドライバは3層構造

図3に示すように、LinuxのUSBドライバは大きく3階層の構造を持っています。

▶ ① USBホスト・コントローラ・ドライバ

デバイスに一番近いホスト・コントローラ・ドライバは、USBの基本的な通信を制御します。USBホスト・インターフェースのハードウェアには依存し

見本

第22章

2.4GHz帯も5GHz帯もいろいろ試してみました

ピッタリ! ラズベリー・パイ にWi-Fi ドングルをつなぐ

仙田 智史, 矢野 越夫

表1 ラズベリー・パイで動かしてみた2.4GHz帯/5GHz帯のWi-Fi ドングル

型名 項目	LAN-WH300NU2 (写真1)	WN-G300UA (写真2)	WLI-UC-GNM (写真3)	GW-USMicroN (写真4)	GW-450S (写真5)
伝送方式 ^{注1}	11n: MIMO-OFDM, 11g: OFDM, 11b: DSSS	11n: MIMO-OFDM, 11g: OFDM, 11b: DSSS	11n/11g/11b準拠 OFDM, DSSS, 単信(半二重)	11n/g: OFDM, 11b: DSSS	11ac/n/a
送信出力	10mW/MHz以下	—	—	—	—
最大データ転送 速度 [bps] ^{注2}	11n: 300M, 11g: 54M, 11b: 11M	11n: 300M, 11g: 54M, 11b: 11M	11n: 150M, 11g: 54M, 11b: 11M	11n: 150M, 11g: 54M, 11b: 11M	11ac: 433M, 11n: 150M, 11a: 54M
周波数範囲	2412~2472MHz (中心周波数)	2.4GHz帯	2412~2472MHz (中心周波数)	2.4GHz帯 (2412~2472MHz)	5GHz帯 (W52/W53/W56)
チャンネル	1~13				
セキュリティ	WPA2-PSK (AES/ TKIP), WPA-PSK (AES/ TKIP), WEP (64/128ビット)	WPA2-PSK (TKIP/AES), WPA-PSK (TKIP/AES), WEP (64/128ビット)		WPA2 (暗号化方式: TKIP/AES, 認証方式: PSK/ IEEE 802.1x), WPA (暗号化方式: TKIP/AES, 認証方式: PSK/ IEEE 802.1x), WEP (64/128ビット)	WPA2-PSK (AES/ TKIP), WPA-PSK (AES/ TKIP), WEP (64/128ビット)
アクセス方式	インフラストラクチャ	インフラストラクチャ, アドホック			
アンテナ	送信×2/受信×2		—	送信×1/受信×1 (内 蔵チップ・アンテナ)	—
インターフェース	USB 2.0/1.1	—	USB 2.0/1.1		
電源	5V, 230mA	5V ± 5%, 最大270mA	5V		5V, 最大1.5W
外形寸法(幅× 奥行き×高さ)	約15×15×150mm (突起部含まず)	約16×152×15mm	16×9×20mm	約16.0×35.5×8.0mm	約16.0×7.3×18.8mm
質量	約13g	約13g	約3g	約4g	約2g
価格(2015年6月 27日 Amazon 調 べ)	1545	1336	713	1580	1809

注1: 11xはIEEE 802.11xの略 注2: 環境により変動

ラズベリー・パイには Wi-Fi ドングルがピッタリ!

● Wi-Fi USB ドングルは安くて高速

ラズベリー・パイは何でもそろっていますが、唯一(?)、Wi-Fi機能だけはありません。そこでラズベリー・パイにWi-Fi機能を追加できる方法を模索しました。

microSDタイプのWi-Fiカードは、まだあまり出回っておらず、ドライバも入手しにくいので今回は試していません。

ドライバ・レスの組み込み用のWi-Fiモジュールもいくつか発売されていますが、UDPを選択しにくく、価格が高くつく場合も多いです。USBドングルなら実測値で80Mbps(第24章)出るうえ、価格も700円台からそろっています。

見本

第23章

ドライバをゲットして改造 LinuxでいろいろなWi-Fi ドングルを動かすようにする方法

仙田 智史

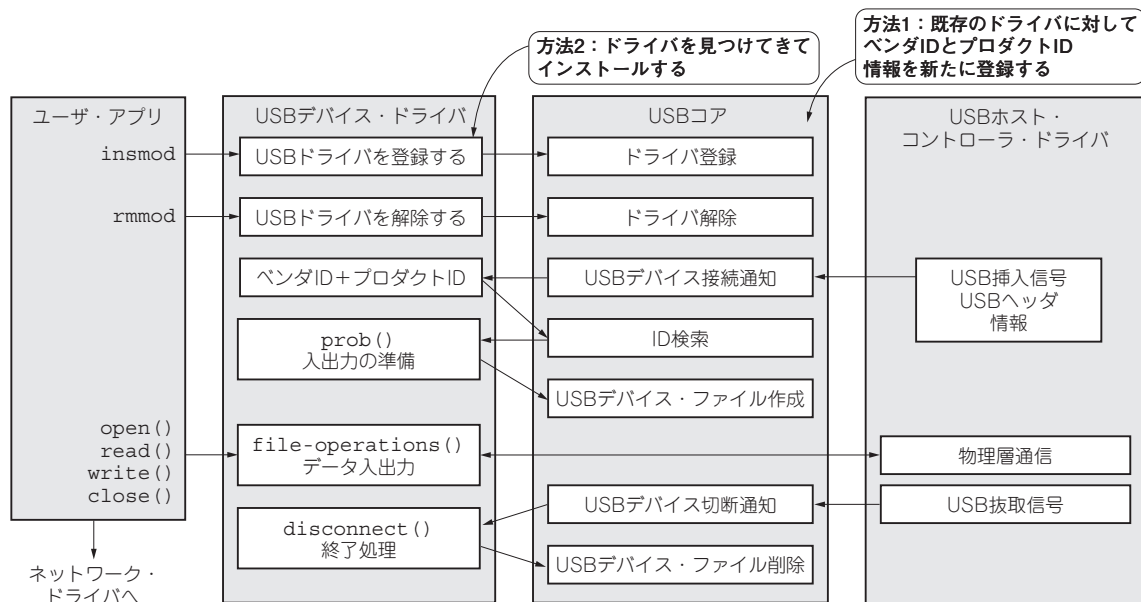


図1 Wi-Fi USB ドングルを動かす方法

前章では、ウェブでドライバを検索して、接続できそうな五つのWi-Fi USB ドングルを選んでラズベリー・パイに接続して確認を行いました。その際に、挿しただけでは動かないドングルがありました。ここではその対処法を紹介します。(編集部)

現在のLinuxでは、USBポートにデバイスを接続すると、udevサービスからusbcoreを通じて、USBデバイスのidVendor/idProductに対応したドライバがロードされるようになっています。

USBのID情報からどのUSBデバイス・ドライバをロードするかは、各USBデバイス・ドライバ自身にあらかじめ登録されているUSBのID情報を元に検索されます。

Wi-Fi USB ドングルを接続したときにOSが認識しない場合は、対応するデバイス・ドライバがインストール済みかどうかによって対応が変わってきます。

以下、二つの対処方法を示します(図1)。

方法1: USBのID情報を登録

方法2: ドライバを見つけてきてインストール

方法1: USBのID情報を登録する

対応するデバイス・ドライバそのものはインストールされていても、USBのID情報が登録されていない、というケースです。GW-USMicroN(プラネックスコミュニケーションズ)がこのケースでした(表1)。

WLI-UC-GNM(バッファロー)と同じrt2800usbドライバで動作しますが、プラネックスコミュニケーションズの方はドライバにidVendorおよびidProduct情報が登録されていませんでした。

● ドライバ・モジュールがどのUSBデバイスに対応するか確認

まず、rt2800usbのドライバ・モジュールが、どのUSBデバイスに対応しているのかを、modinfoコマンドで確認してみます(リスト1)。

見本

第24章

公称値だけじゃなくて実力もスゴかった! 最高100Mbps級! 2.4GHz帯 & 5GHz帯 Wi-Fi ドングル通信速度の実力

仙田 智史

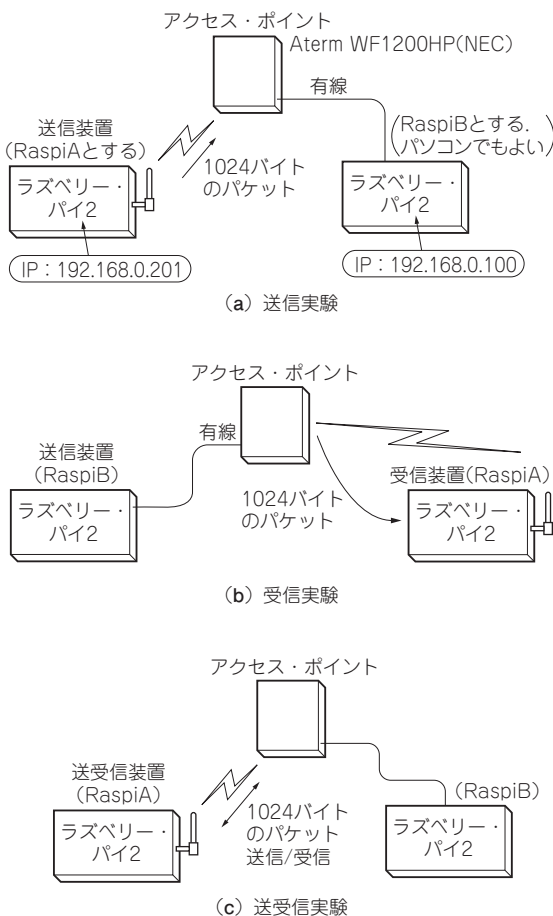


図1 1024バイトのパケットを数万回転送する実験

第22章、第23章で紹介したWi-Fi通信機能を持つWi-Fi USBドングルを使って、実際に通信させてみて、どのくらいのスピードが出るのかを測定してみます。(編集部)

TCP接続で通信する簡単な計測プログラムを作成してみました。USBドングルを使ったラズベリー・パイ(RaspiA)と、アクセス・ポイントのLAN側につないだ別のラズベリー・パイ(RaspiB)とでダミーのデータを送受信して、一定サイズの通信にかかった時

間を計測します。実際に速度を計測した構成を図1に、測定プログラムをリスト1に示します。

● 検討すること

次のことを検討します。

- 1, Wi-Fi USBドングルごとの最高転送速度、速度のばらつき
- 2, 2.4GHz帯と5GHz帯利用による速度差

● テスト・プログラムの動作

テスト・プログラムの動作としては、まずサーバ(raspiB)側でテスト・プログラムを実行して受信用TCPポートをオープンします。その後クライアント(raspiA)側でプログラムを実行し、サーバへ接続します。双方のプログラムがお互いに1024バイトの送受信を20,000回行ったあと、通信にかかった時間を表示します。

ソース中のNOSENDというdefineを有効にすると、TCP接続のあとクライアントからは何も送らずに、サーバからだけ1024バイトを40,000回送ります。これで片方向の通信だけを計測します。同じ動作をraspiAとraspiBを入れ替えて実行し、送信だけと受信だけの通信を計測します。

テスト全体の所要時間からビット・レートを算出し、1024バイトごと(送受信テストでは送受信合計2048バイト)の通信時間の分布から、通信の安定性を見めます。

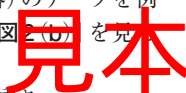
● 結果

データ送信の結果を図2に示します。データ受信だけの結果を図3に示します。データ送受信の結果を図4に示します。図の読み方ですが、横軸が1024バイト・パケットの送信、受信、送受信を行った回数(例えば送信/受信なら40000回、送受信なら20000回)、縦軸がそのときにかかった時間です。

▶送信だけ/受信だけ

まず、送信だけ/受信だけでの傾向の違いについて、WN-G300UA(アイ・オー・データ機器)のデータを例に比較してみます。送信だけの場合[図2(b)]を先

注：本章の結果は今回の実験環境によって計測された一例です。無線通信チャネルの混み具合などで状況は変わります。参考程度とお考えください。



第25章

数Mbpsで済むような小型モバイル用途向け

Wi-Fi モジュール図鑑

奥原 達夫

表1 1個から買える! ワンチップ・マイコンでもつながるWi-Fiモジュール

型名	開発元	無線規格				ホスト・インターフェース	電源電圧 [V]	アンテナの種類			基板との接続	価格 [円] (2015年6月10日時点)	取り扱いメーカー	備考	
		IEEE 802.11						チップ	外付け	その他					
		a	b	g	n										
XBee Wi-Fi (S6B)	デジ インター ナショナル		○	○	○	UART	3.14~3.46			○	パター ン	コネクタ	3680~	東京エレクトロンデバイス, 三井物産エレクトロニクス, アイ・ビー・エス・ジャパン, スイッチサイエンス, 秋月電子通商, Mouser Electronics など	
						SPI					ワイヤ	表面実装	4.580		
STM32F4DIS-WIFI	STマイクロエレクトロニクス		○	○	○	UART SPI	5		○				5.868	Mouser Electronics	技適マ ークなし
WVCWB-R-022	ウィビコム		○	○	○	UART SPI	3.1~3.6		○			コネクタ	9,000	ダイトエレクトロン	
WVCWB-R-003		○	○	○	○	SPI SDIO			○	○		13,000			
GS2011Mlx GS2011MlxS	GainSpan		○	○	○	UART SPI SDIO	3.3		○	○			22,000 (評価キット)	ALTIMA, 伯東, 加賀デバイス, 佐鳥電機など	
CC3100MOD	テキサス・インスツルメンツ		○	○	○	UART SPI	2.3~3.6				パター ン	表面実装	\$86.99 (評価キット)	テキサス・インスツルメンツ	CPU/RFC 一体型
CC3200MOD			○	○	○	—							\$59.99 (評価キット)		
WM-RP-Dシリーズ	アルファプロジェクト		○	○	○	UART	3.1~3.6		○	○		表面実装	5,480	アルファプロジェクト	
WM-RPシリーズ			○	○	○	SPI			○	○		コネクタ	7,800		
BP3591	ローム		○	○	○		3.1~3.5		○	○			5,800	RSコンポーネンツ, チップワンストップ	
BP3595			○	○	○	UART SDIO USB		3.3				パター ン	コネクタ		
BP3599			○	○	○		3.1~3.5		○	○			6,600		
WYSAAVDX7	太陽誘電		○	○	○	SDIO	3.4~5.5		○			コネクタ	3,258	Mouser Electronics, 太陽誘電	

見本

ISBN978-4-7898-4710-0

C3055 ¥2700E

CQ出版社

定価：本体2,700円（税別）



9784789847100



1923055027008



すぐに作れる!
Raspberry Pi
ラズベリー・パイ
Network
×ネットワーク入門



見本