

先進テクノロジーで未来を切り開く

エレキジャックIoT

特集 スティック型推論アクセラレータNSC2利用

No.

2

1万円で体験するAI画像認識

—クラウド・サービスAmbient×M5Stack=楽々データの見える化!



見本

CONTENTS

特集 1万円で体験するAI画像認識

.....
スティック型AIアクセラレータでエッジ・コンピューティング!

NSC2×ラズパイ 画像データ推論システム 高堂 博司 4

顔認証でON/OFFできる! 通過記録のメール送信も!

ラズパイ×Piカメラ 顔認証通知システム 中村 文隆 ... 26

特別企画 IoTクラウド・サービスAmbientの活用

ログの可視化が重要です!

データの見える化を通してプロトタイピング開発を支援したい!
IoTクラウド・サービス Ambient とは? 39

東アフリカのPM2.5を減らしたい

IoT環境計測センサ・システムの研究
環境改善のためのはじめの一步 42

目標はジャスト イン タイム!

IoTクラウド大活用で計画生産
こもろ布引いちご園
データ管理された植物工場 44

見本
エレキジャックIoT

小型高機能IoT 端末 M5Stack で体験できる

日本発のIoT 向けクラウド・サービス

Ambient 利用のススメ 下島 健彦 46

時系列データが重要! IoT データ収集時のポイント!

システムの時刻同期と

欠落データの補完方法 松本 佳宣 57

サンプル・プログラム7本で簡単スタート!

全部入りマイコン

M5Stack ではじめるIoT 国野 亘 66

Wi-SUN Enhanced HAN を ESP32 マイコンで制御

M5Stack + LPWA で作る

画像伝送システム 生田 朋広 89

ESP32 系マイコン+ JPEG カメラ+ センサ

TTGO T-Camera で

簡単監視カメラの製作 国野 亘 ... 102

IoT で活躍の場が拡大中!!

最新の加速度 / 磁気 / 電流 / 気圧センサの

しくみと応用例 小林 匡 ... 110

Zen ってどんなプログラミング言語?

RISC-V (Longan Nano) で

Lチカ・プログラミング 三ツ木 祐介 ... 123

見本

特集 1万円で体験する AI画像認識

いまからでも
遅くない!

スティック型AIアクセラレータで
エッジ・コンピューティング!

NSC2×ラズパイ 画像データ推論システム

使用機材

Intel Neural Compute Stick 2
ラズベリー・パイ (Ver.4)

高堂 博司(ミライト)

インテルが無償で提供しているコンピュータビジョン統合ツールOpenVINOと1万円で入手可能なUSBスティック型のディープ・ラーニング用デバイスを利用して、比較的小手軽に画像認識系のAIエッジ・コンピューティングを体験してみます。

■ 実験用サンプル・ソフトの動作原理

最近、日常的にAI(人工知能)というキーワードを目にする機会が多くなってきていると思いませんか?

2000年当初頃にジェフリー・ヒントン氏(現、Googleおよびトロント大学名誉教授)らによるディープ・ラーニングの実用化に端を発して、現在は、第3次AIブームと呼ばれています。

1つ前の第2次AIブーム(1980年~1990年頃)では、エキスパート・システムが考案されました。当時社会人になったばかりの私はKBMS(knowledge Base Management Systems)と呼ばれるツールや

LISP言語を駆使して状況判断を支援するエキスパート・システムの開発を行いました。

エキスパート・システムは、知識ベースと呼ばれる推論や規則を1つひとつプログラミングする必要がありました。対象となる業務に精通した人のノウハウをあまねく洗い出し、あらゆる事象を想定してプログラミングすることに、当時は無理を感じていました。

ディープ・ラーニングは、AI実現方法の1つである機械学習に分類される方式です。(図1)

ディープ・ラーニングは、人が1つひとつルールを実装するのではなく、生物の脳の一部機能を模倣したニューラルネットワークに基本的な学習

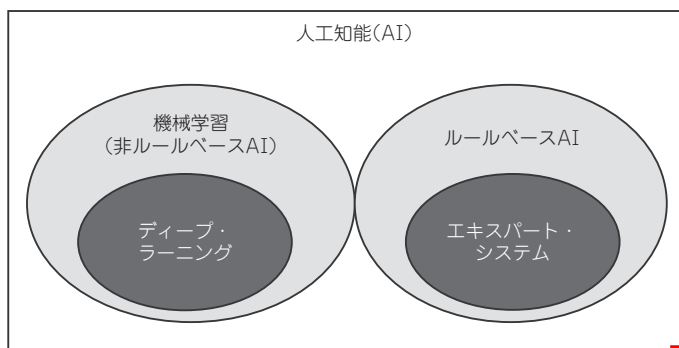


図1
ディープ・ラーニングの
位置づけ

見本
エレキジャックIoT

アルゴリズムを実装し、適切なデータを与え学習させることで、コンピュータがデータの特徴を自動で学習/見つけ出し、従来手法以上に高精度な識別や処理などができるようになるものです。

現在、ディープ・ラーニングを活用し、従来の手法よりも大きな成果を上げているものとして、画像処理、音声処理、言語処理、予測処理などがあります(表1)。

このように書くと、従来実現が難しかったことがディープ・ラーニングで容易に実現できるように思えるかもしれませんが、少なくとも現時点では、学習に必要なアルゴリズムやプラットフォームは発展途上であり、用途による向き不向きや、使い勝手の善しあし、精度と処理速度などが大きく異なります。また、ディープ・ラーニングで学習させるためには大きなマシン・パワーが必要となり、だれでも簡単にAIを実現できるという所には至っていません。

しかし、一部の学習結果については、オープンソース・モデルとして、事前学習済みモデルと呼ばれるディープ・ラーニング学習済みの結果が提供されています。この学習済みモデルを利用すると、カメラ画像やビデオ・データ、写真データに対して比較的容易に画像認識や音声認識などを行

表1 ディープ・ラーニングの活用場面(例)

画像処理	画像認識、写真の高解像度化、文字認識、画像生成等
音声処理	発声者識別、音声合成
言語処理	翻訳、OCR
予測処理	株価予測、需要予測

うことが可能です。

本記事では、公開されている学習済みモデルを活用してパソコンやラズベリー・パイ上で画像認識処理を動かして体験することを目標としています(図2)。

詳細は触れませんが、ディープ・ラーニングを行うフレームワークにより、画像認識の精度、速度、適応領域などが異なり、またそれらのフレームワークを利用して作られた学習済みモデルを実行する際の環境も異なります。

公開された学習済みモデルを利用する場合、用途に応じて学習済みモデルを選択し、それにあった実行環境が必要でしたが、インテルのコンピュータ・ビジョン統合ツールOpenVINOを利用することで、モデルが作成されたプラットフォームの相違を変換/吸収できるので、AIシステムを比較的容易に動かすことが可能です。

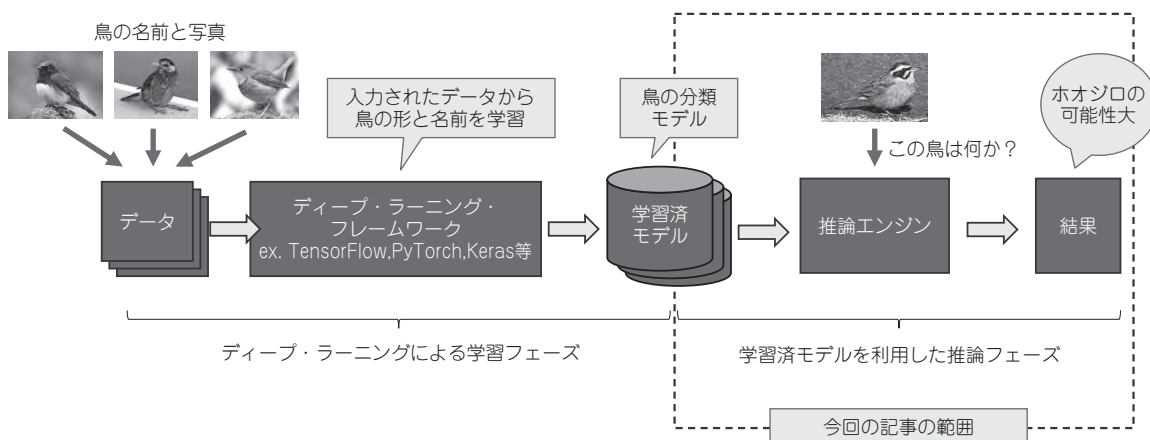


図2 ディープ・ラーニングの全体像と今回の記事の範囲

■ 実験用サンプル・ソフトの動作原理

OpenVINO ツール・キットは、インテルが無償で提供するコンピュータ・ビジョン※用統合ツールの名称でディープ・ラーニング推論を高速に行うためのソフトウェア開発環境です(図3)。

※コンピュータ・ビジョンとは、コンピュータが画像を取り扱うことを総称する呼び名

ツール群は、推論ライブラリとして数値演算用のMKL-DNN、画像処理用ライブラリで有名なOpenCV、GPUなどのハードウェア用ライブラリ、種々のプラットフォームで作成された学習済みモ

デルをOpenVINOの推論エンジン用に変換するModel Optimizerなどから構成されています。

マルチプラットフォームのオープンソース・ソフトウェアが多く使われています。推論エンジンのコア部分はインテルのハードウェアに最適化されているので、推奨環境以外で動かす場合は試行錯誤が必要になります。

■ Intel Neural Compute Stickとは？

インテルが提供するディープ・ラーニング推論処理を高速で行うUSBスティック・タイプのAIアクセラレータです。最新の製品は、Intel Neural

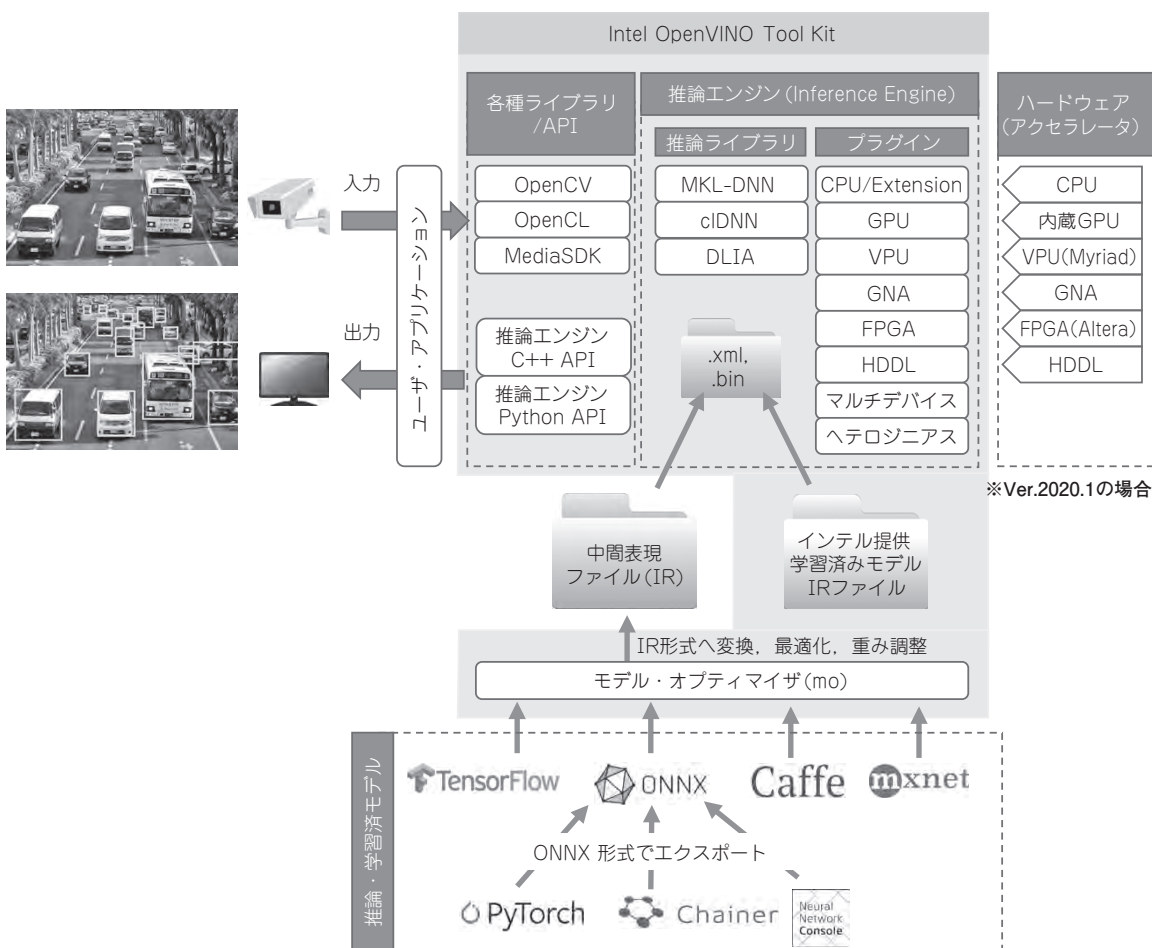


図3 インテルが無償で提供するコンピュータ・ビジョン用統合ツールOpenVINO
ディープ・ラーニング推論を高速に行うためのソフトウェア開発環境

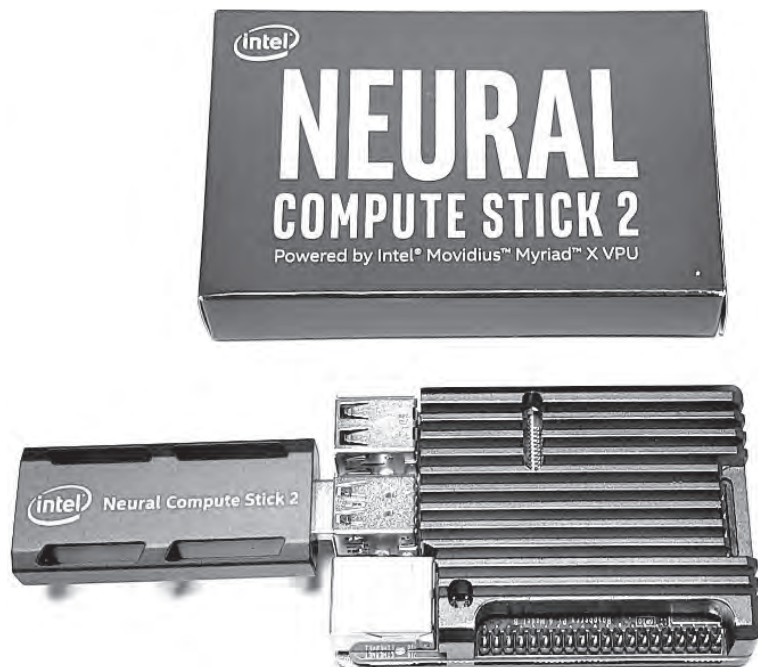


写真1
Intel Neural Compute Stick2
とラズベリー・パイ

Compute Stick2(以下、NCS2)で、実勢価格1万円
で入手できます(写真1)。

AIアクセラレータNCS2の中には、インテルが
買収したMovidius(モビディウス)社が開発した
VPU※のMyriad(ミリアド)Xが使われています。

※VPU：Visual Processing Unit→画像認識用チップ

エッジ・コンピューティングとは、いろいろな
データの処理をデータが得られた場所(エッジ)で
迅速に処理することを意味しています。エッジで
処理が難しいものについては、クラウドなど処理
能力の高いバックエンド・システムで分散処理し
ます。

この記事の最終目標はラズベリー・パイでエッ
ジ・コンピューティングを体験することです。AI
アクセラレータNCS2を利用すれば、いきなりラ
ズベリー・パイでエッジ・コンピューティングが
できるかと言うと、現実的にはできることが非常
に限定されるため、ラズベリー・パイに処理をさ
せる前にパソコンでお膳立てをしてあげる必要が
あります。それら一連の流れは非常にボリューム

があるため、OpenVINO ツール・キットとAIア
クセラレータNCS2の基本的な利用→画像認識の
活用→ラズベリー・パイへの移植という流れで分
けて説明します。

OpenVINO ツール・キットの インストール

OpenVINOを動かすために必要なソフトウェア
をインストールします。これから紹介する方法で
は、最低10Gバイトのディスク容量が必要となり
ます。

OpenVINO ツール・キットのターゲットOSと
して下記が示されていますが、少なくともマイナ
ーバージョンの相違は問題なく動くと思われます。

※執筆時

OpenVINO toolkit Documentation サイト

<https://docs.openvinotoolkit.org/latest/index.html>

● OpenVINO ツール・キット・ターゲット OS

見本

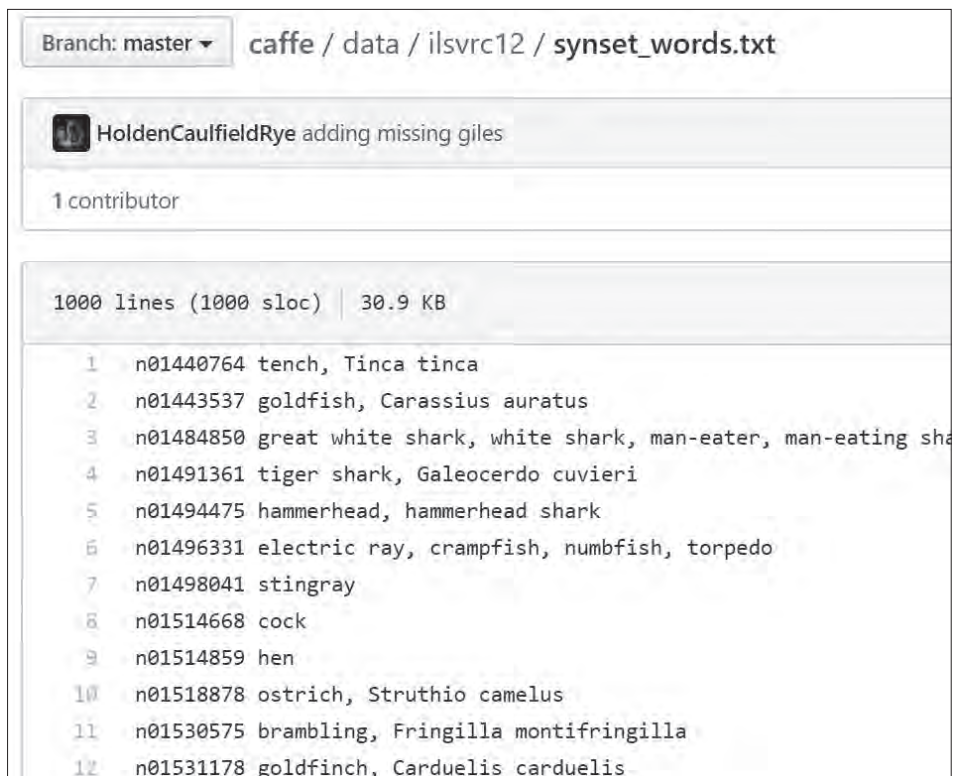


図 27
ImageNet の 1000 分類
(synset_words.txt)

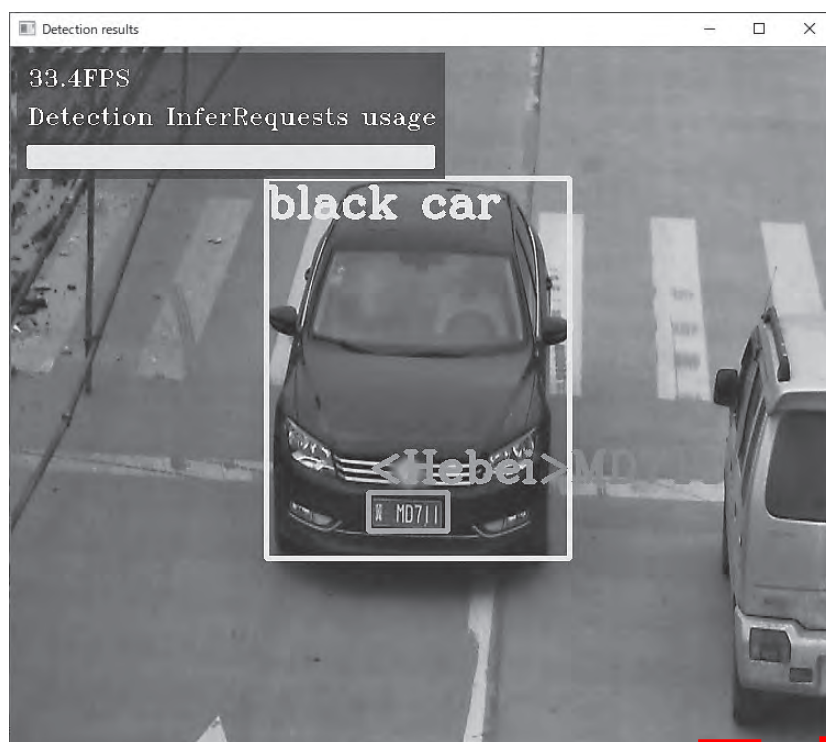


図 28
自動車とナンバ・プレートをバウン
ディング・ボックスで囲む



図29
アメリカ大統領専用車 The Beast
写真出典：ベストカー Web

バウンディング・ボックスとは、画像認識した画像の境界(バウンディング)を枠線で囲むことをそう呼びます。

これまで同様に、C:\Program Files (x86)\Intel SWTools\openvino\deployment_tools\demo で、demo_security_barrier_camera.batを実行します。同ディレクトリにあるcar_1.bmpを元画像とした画像認識推論結果が表示されます(図28)。

車体とナンバ・プレートがバウンディング・ボックスで囲われ、あわせて車体色とナンバ・プレートの文字も表示されています。ナンバは中国河北省(Hebei)のものようです。

前述のcar.pngをdolphin.jpgに置き換えた場合と同様にdemo_security_barrier_camera.batをいったんドキュメント・フォルダにコピーし画像認識する写真を入れ替えてみます。

推論させる写真はトランプ大統領が日本を訪問した際の大統領専用車ビーストです(図29)。

結果は、バウンディング・ボックスがないことから車体が認識されず、日本の外交官ナンバも中

国広東省(Guangdong)のナンバと誤認識されています。いろいろ写真を変えてみても自動車の向きや車種に制限があり、また、日本や欧米のナンバ・プレートは読み取られていないことから、この学習済みモデルはおそらく中国圏で作成された、日本で言うNシステム(自動車ナンバ自動読み取り装置)のような用途に向けたものと想像できます。

インテルが用意したOpenVINOを使った画像認識の推論デモは以上となります。このようにディープ・ラーニングによる種々の推論は、決してコンピュータが人間のような柔軟な認識力を持つわけではなく、学習した内容を基に推論を行います。より実用性のある推論を行うには、適切な学習済みモデルを用いることが重要であり、学習済みモデルを作成するには、利用する目的にあわせて学習させるデータを厳選し、モデルのチューニングも行う必要があります。

学習済みモデルの作成には、推論の実行とは異なる技術や環境が必要となることは、これまでも記載したとおりです。

サンプル・プログラム7本で
簡単スタート!

ダウンロードして
すぐ使える!

全部入りマイコンM5Stackで はじめるIoT

ESP32系マイコン・モジュールにカラー液晶表示器を組み合わせて小型の筐体にまとめたIoTにぴったりのマイコンM5Stackを紹介します。手に入れてすぐにこの記事どおりに作業すれば立派なIoTマシンが完成します。

解説で使ったサンプル・プログラムを以下からダウンロードできます。

<https://github.com/bokunimowakaru/m5s/archive/master.zip>

国野 亘(bokunimo.net)

使用機材

M5Stack 2台

TTGO T-Koala

※他のESPマイコンでも可

SI7021 温湿度センサ・モジュール

AM2302 温湿度センサ・モジュール

全部入り+低価格+超ハイ・スピード なIoTマイコンM5Stack

液晶ディスプレイを搭載した54mm角のマイコンM5Stackが、IoTレディ端末として、プロトタイプ、システム評価やデモ、実証実験などの

分野で注目されています(写真1)。

これまでプロトタイピング用のIoTレディ・マイコンは多くありましたが、M5Stackのような、完成度が高く、低価格(\$27.95～、姉妹品M5Stick Cは\$9.95)、そしてオプションやサービスを次々に展開してくるスピード感を持った端末はありませんでした。

このM5Stackを使ってIoTデバイス向けプログラムを製作すれば、短時間で実商品のような使い心地を体験することができるでしょう。

● 全部入りIoT機能

M5Stack(写真2)には、ほぼすべてのIoT端末用機能が備わっています。以下に、各機能の概要について説明します。

Wi-Fi搭載

IoT端末の基本機能とも言えるIEEE 802.11 b/g/nに対応した2.4GHz帯Wi-Fi通信機能と、Bluetooth 4.2通信機能を搭載しています。国内の電波法に適合した認証も受けており、入手したその日からワイヤレス通信が可能です。



写真1 カラーTFT液晶ディスプレイを搭載

文字やグラフ、写真などを表示することが可能な320ドット×240ドットの2インチ・カラーTFT液晶ディスプレイを搭載(本稿のサンプル・プログラムexample02_photo.inoを動かしたときの様子)



写真2

IoTレディ・コンピュータ M5Stack
ほぼ完成品レベルの筐体、ほぼ全部入りのIoT端末機能、低価格(\$27.95～)、そしてオプションやサービスを次々に展開してくるスピード感を兼ね備えている

2インチ・カラー液晶ディスプレイ搭載

320ドット×240ドットの2インチ・カラー TFT 液晶ディスプレイを搭載しており、IoTの実験に必要な情報や画像などを表示することができます。本稿では、文字やグラフ、写真を表示してみます。

操作ボタン、電源ボタン、スピーカ内蔵

ユーザ・インターフェースとして、液晶ディスプレイ以外に、3つの操作ボタンと、電源ボタン、スピーカを標準装備しています。電源ボタンを押すと電源がONします。電源をOFFにするには、付属の電源/PC接続用ケーブルを抜いてから、電源ボタンをダブル・クリックしてください。

市販のMicro SDカードを装着可能

TFカード・スロットを搭載しており、市販のMicroSDカードを挿入することができます。ログの保存や、写真や音声データの転送用として使用することができます。

樹脂製ケース

M5Stackは、基板むき出しの開発ボードではありません。仕上がりが最終製品レベルの樹脂製の

きょうたい

筐体に収められているので、デモや実証実験で使うときにも違和感がありません。IoTシステムでは、クラウドやサーバの開発が並行することが多く、実使用状態でのシステム評価が欠かせなくなってきたため、さまざまな分野でM5Stackが活躍しています。

バッテリー内蔵

小容量ながらバッテリーも内蔵しており、パソコンや電源のない場所で使用することができます。もっとも容量の小さなBASICタイプでも1時間程度の連続動作が可能です。

電源/PC接続用Type C端子

電源供給や、PCとのデータ転送が可能な電源/PC接続用Type C端子を装備しています。付属の電源/PC接続用ケーブルを使って、USB出力付きACアダプタや、PCのUSB端子へ接続することができます。長さが足りない場合は、市販のUSB Type-A プラグ付きのUSB Type-Cケーブルを使用します。PC側にType-CのUSB端子しかない場合は、市販のUSB OTG変換ケーブルを使って、PC側をType-Aソケットに変換してください(両方が

見本

レイにJPEG形式の写真データを表示するフォトフレーム端末(写真6)を作成してみましょう。

■ サンプル・プログラム2

フォトフレーム

— example02_photo.ino

リスト2は、M5Stack表面のボタンを押すと、あらかじめMicro SDカードにファイル名「photo01～03.jpg」として保存しておいたサイズ320×240ピクセルの画像ファイルを、液晶ディスプレイに表示するプログラムです。本サンプル・プログラムexample02_photo.inoの処理の概要を、以下に示します。

- ① M5Stack用ライブラリを組み込む処理部です。
- ② M5.beginは、M5Stack用ライブラリに含まれる、各種ハードウェアの初期化処理を行う命令です。液晶表示用のM5.Lcdの初期化処理や、TFカード・スロットに装着したMicro SDカードにアクセスするためのSDライブラリの初期化処理などが含まれています。
- ③ M5.Lcd.Printlnは、文字を液晶ディスプレイへ表示するための命令です。括弧内の引き数には、

文字の他に、文字列変数や数値、数値変数などを渡すこともできます。

- ④ M5.update()は、M5Stack用ライブラリ内で、ボタン情報を読み取る処理を行います。
- ⑤ 自然なボタン操作処理を行うには、wasPressed命令を使用します。処理④のupdate命令を実行時に、ボタンが押されていた場合は、wasPressed命令で1を得ます。ボタンが押された状態のまま、再実行すると、0になります。ボタンを放してから、再度、ボタンが押されると、1を得ます。
- ⑥ M5.Lcd.drawJpgFileを用いて、TFカード・スロットに装着したMicro SDカード内の画像ファイルを液晶ディスプレイへ表示します。処理②のM5.begin()で、ファイルSDが開かれているので、SDと、ファイル名を指定するだけで表示できます。

フォトフレームとしてスライドショーを楽しめるよう、Micro SDカード内のJPEGファイルを約6秒間隔で次々に表示することが可能なサンプル・プログラムexample02f_photo.inoは、エレキジャックIoTのWebサイト(<https://eleki-jack-iot>).

リスト2 液晶ディスプレイに写真を表示するサンプル・プログラムexample02_photo.ino

```
#include <M5Stack.h> ① // M5Stack用ライブラリの組み込み

void setup(){          // 起動時に一度だけ実行する関数
  M5.begin();           ② // M5Stack用ライブラリの起動
  M5.Lcd.fillScreen(BLACK); // LCDを消去
  M5.Lcd.println("Example 02 M5Stack Photo"); ③ // LCDにタイトルを表示
}

void loop(){           // 繰り返し実行する関数
  M5.update();          ④ // ボタン情報を更新
  if( M5.BtnA.wasPressed() ){ ⑤ // ボタンAが押されていた時
    M5.Lcd.drawJpgFile(SD, "/photo01.jpg"); ⑥ // LCDにJPEGファイルを表示する
  }
  if( M5.BtnB.wasPressed() ){ // ボタンBが押されていた時
    M5.Lcd.drawJpgFile(SD, "/photo02.jpg"); // LCDにJPEGファイルを表示する
  }
  if( M5.BtnC.wasPressed() ){ // ボタンCが押されていた時
    M5.Lcd.drawJpgFile(SD, "/photo03.jpg"); // LCDにJPEGファイルを表示する
  }
}
```

com/)からダウンロードできます。中央ボタンを押している間はスライドショーが止まり、右ボタンで早送りが可能です。

なお、JPEGの圧縮形式や画像サイズによっては表示できない場合があります。本サンプル・プログラムと同じフォルダ内にサンプル画像ファイルを収録しましたので、実験用に使用してください。

サンプル3

天気予報を表示するIoTてるてる坊主

いよいよIoT端末として、インターネットとの関係機能を試してみましょう。ここでは、ヤフー・ジャパンのサービスであるYahoo!天気・災害から天気予報情報を1時間ごとに取得し、これらの天気に応じた画像ファイルと、最高/最低気温を表示するプログラムを作成します(写真7)。

■ サンプル・プログラム3

IoTてるてる坊主

—— example03_wea.ino

あらかじめ、example03_weaフォルダ内の晴れ wtr_fine.jpg、曇り wtr_clud.jpg、雨 wtr_rain.jpg、

雪 wtr_snow.jpg、不明 wtr_uknw.jpgの各JPEGファイルを、Micro SDカードに保存しておいてください。

リスト3に液晶ディスプレイに天気予報に応じた画像を表示するサンプル・プログラム example03_wea.inoの処理の概要を以下に示します。次の流れで処理されます。

①～③は、環境に応じて修正が必要です。

- ① 定数定義を行う define 文を用い、インターネット接続用のWi-Fiアクセス・ポイント(ホーム・ゲートウェイ)のSSIDを登録します。お手持ちの機器に合わせて修正してください。
- ② 定義名PASSは、Wi-Fiアクセス・ポイント用のパスワードです。こちらも、お手持ちの機器に合わせて修正してください。
- ③ 定義名PREFにYahoo!天気・災害用の都道府県コードを設定します。東京は13、大阪は27です。
- ④ Wi-FiモードをSTA(ステーション・子機)に設定します。
- ⑤ WiFi.begin 命令を使って、Wi-Fiアクセス・ポイントへの接続を開始します。
- ⑥ Wi-Fi接続状態を確認するWiFi.status 命令を使って、接続できるまで待機し続けます。待機状態を示すために液晶ディスプレイに「.]」を繰り返



写真7 液晶ディスプレイに天気予報に応じた画像を表示する

サンプル・プログラム example03_wea.ino を実行すると、Yahoo! 天気・災害から天気予報情報を取得し、天気予報に応じた画像と予想最高気温と最低気温を表示する。中央ボタンと右ボタンの操作で天気の画像を変更できる(右)

見本