

Arduino MIDIハック

～ArduinoでMIDIデバイスを作る方法～

Nov, 16, 2013

@morecat_lab
Yoshitaka Kuwata

Table of Contents

1. MIDIとは

- MIDI信号と意味
- シリアルMIDIとUSB-MIDI
- iPadとMIDI
- MIDIを使ったフィジカルコンピューティングプラットフォーム
Monaka

2. ArduinoでMIDIデバイスを作る

- シリアルMIDI
- USB-MIDI (Teensy, Uno w/ MocoLUFA, Leonardo)

3. MocoLUFAを使う

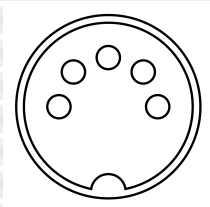
- MocoLUFAを使ったUSB-MIDIデバイスの作成方法
- MocoLUFAの応用例

4. まとめ

MIDIとは？

MIDI (Musical Instrument Digital Interface)

- 1981年国内楽器メーカー6社が制定
 - ・ MIDI規格協議会、MIDI Manufacturers Association (MMA)
- 演奏データを電子楽器間でデジタル通信するための方式
 - ・ 物理レベルの規格
 - ・ 符号レベルの規格
 - ・ 意味レベルの規格(General MIDI)
 - ・ ファイルフォーマット スタンダードMIDIファイル(SMF)



Octave	Note Numbers											
	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
6	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
7	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
8	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
9	120	121	122	123	124	125	126	127				

MIDIの規格（物理レイヤ）

1. 標準MIDI (レガシーMIDI)

- 31.25Kbpsのシリアル通信
- 5mAカレントループ、フォトカップラで受け側で絶縁
- 5PIN DIN コネクタ（送信、受信、スルー）
- 5PIN DINケーブル 通称「MIDIケーブル」

2. シリアルMIDI

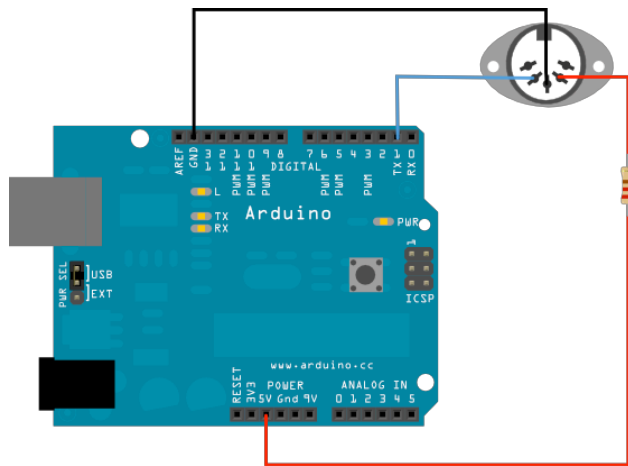
- 38.4Kbpsのシリアル通信 （パソコンの通信レートの系列）
- RS-232C規格を採用 +-12V 機器間の絶縁なし
- コネクタはDサブ9PIN （ローカル規格多数）

3. USB-MIDI

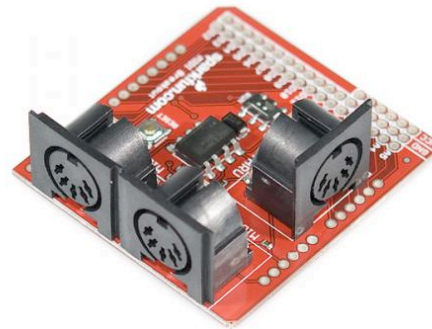
- USB規格
- Universal Serial Bus Device Class Definition for MIDI Devices
 - http://www.usb.org/developers/devclass_docs/midi10.pdf

Arduino 用の標準MIDIインタフェース

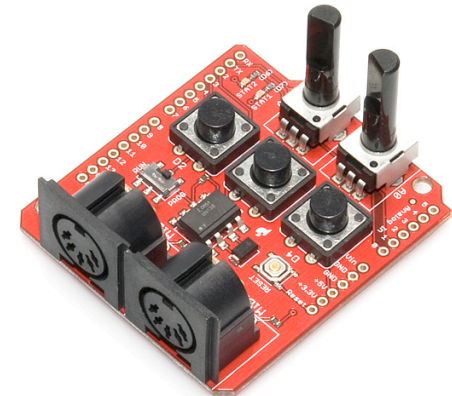
- ハードウェア
5mAのカレントループ
受け側はフォトカップラでアイソレーション
5PIN DINコネクタ
- ソフトウェア
シリアルポートを使ったMIDIライブラリー
<http://playground.arduino.cc/Main/MIDILibrary>



自作MIDI-OUTの場合



Sparkfun
MIDI Breakout Board



Sparkfun MIDI Shield

Arduino 用のMIDIライブラリー

- 標準MIDIライブラリー
<http://playground.arduino.cc/Main/MIDILibrary>
- 仕様
 - ・ チャンネル指定／全チャンネル（オムニモード）
 - ・ 全メッセージ種類の送信関数
 - ・ 読み込みチェック／コールバック指定
 - ・ Running Statusのサポートあり

送信系関数の例

```
MIDI.sendNoteOn (note, velocity, channel)
MIDI.sendNoteOff (note, velocity, channel)
MIDI.sendPolyPressure (note, pressure, channel)
MIDI.sendControlChange (control, value, channel)
MIDI.sendProgramChange (program, channel)
MIDI.sendAfterTouch (pressure, channel)
MIDI.sendPitchBend (value, channel)
MIDI.sendSysEx (length, array)
```

受信系関数の例（コールバック）

```
MIDI.setHandleNoteOff (OnNoteOff)
MIDI.setHandleNoteOn (OnNoteOn)
MIDI.setHandleVelocityChange (OnVelocityChange)
MIDI.setHandleControlChange (OnControlChange)
MIDI.setHandleProgramChange (OnProgramChange)
MIDI.setHandleAfterTouch (OnAfterTouch)
MIDI.setHandlePitchChange (OnPitchChange)
```

その他、ローレベルの関数あり

USB-MIDI (1) 処理モデル

- USB経由で標準MIDIデバイスを利用するモデル
- 複雑な構成が可能のように、一部を拡張

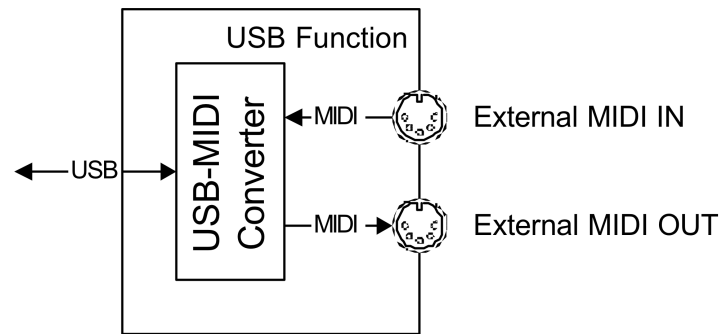


Figure 1: Simple USB-MIDI Interface

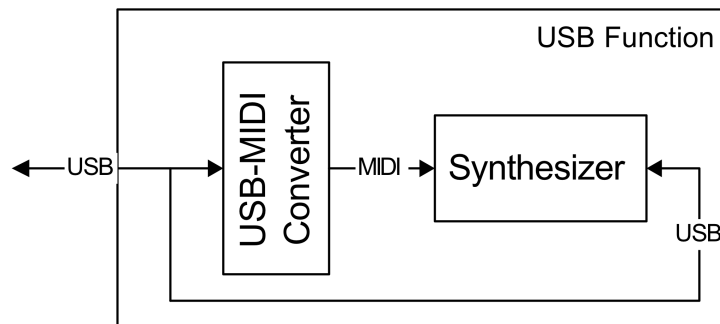


Figure 2: USB-MIDI Synthesizer

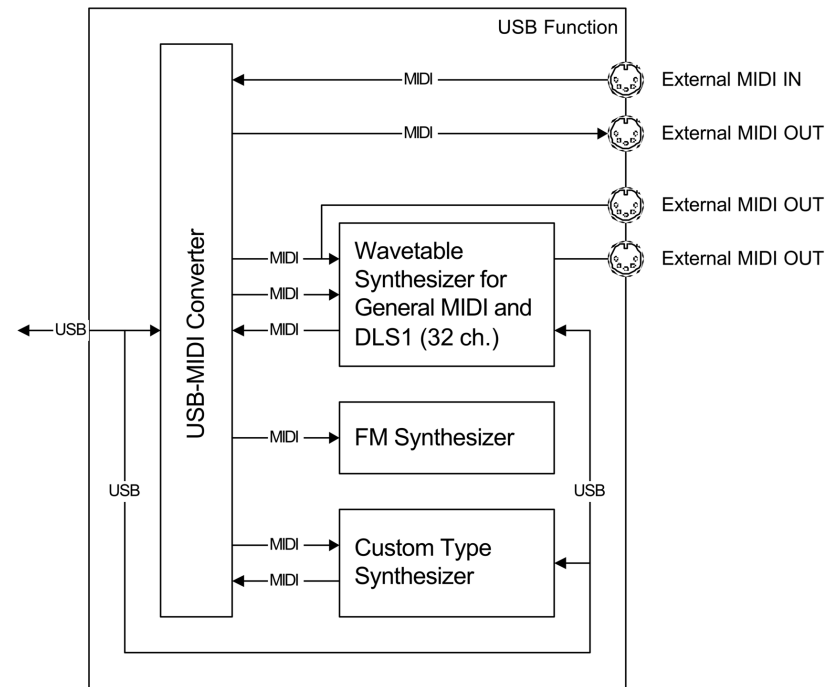


Figure 3: Complex USB-MIDI Device

USB-MIDI (2) プロトコル

MIDIをUSBにラッピング

- 固定長 (32bit = 4byte) パケット
- 1バイト目が拡張情報
 - ・ 仮想ケーブル
 - ・ コードインデクス (MIDI 1 バイト目の上ニブル)
- 2バイト以降はMIDI標準と同じ
- Running Statusはない
- SysExは3byte毎に区切ってパケット化して送受信

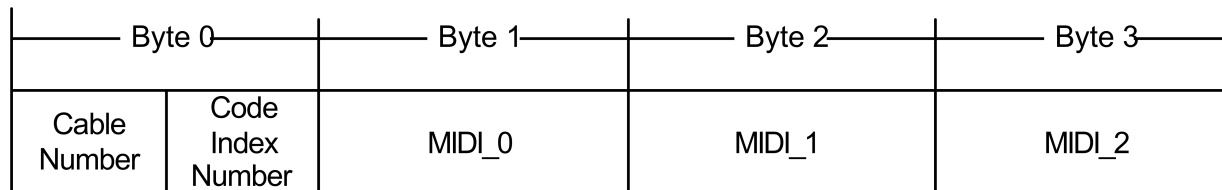
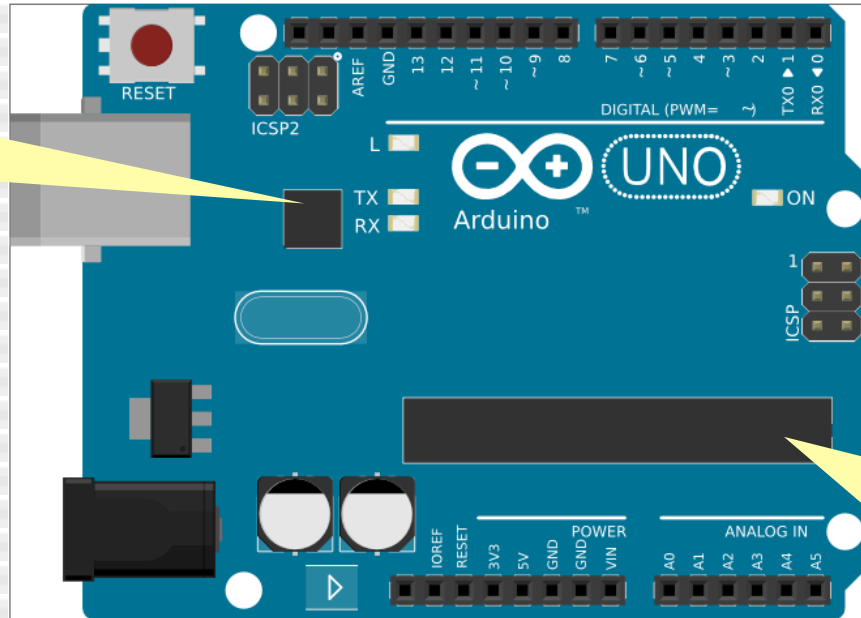
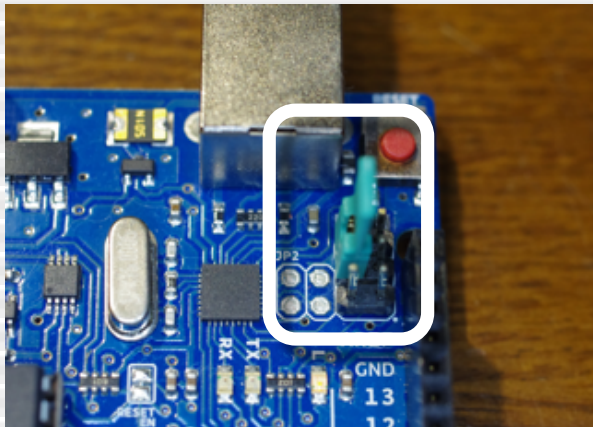


Figure 8: 32-bit USB-MIDI Event Packet

MocoLUFAの仕組み

- USB-Serialブリッジのハック
USB-MIDIブリッジとして動作させる
 - 書き換えはDFUまたはICSP経由
 - 新機能(dualMocoLUFA)
スケッチ書き込みの時はUSB-Serial Bridgeとして動作する
(ICSP2にジャンパ線を入れる)

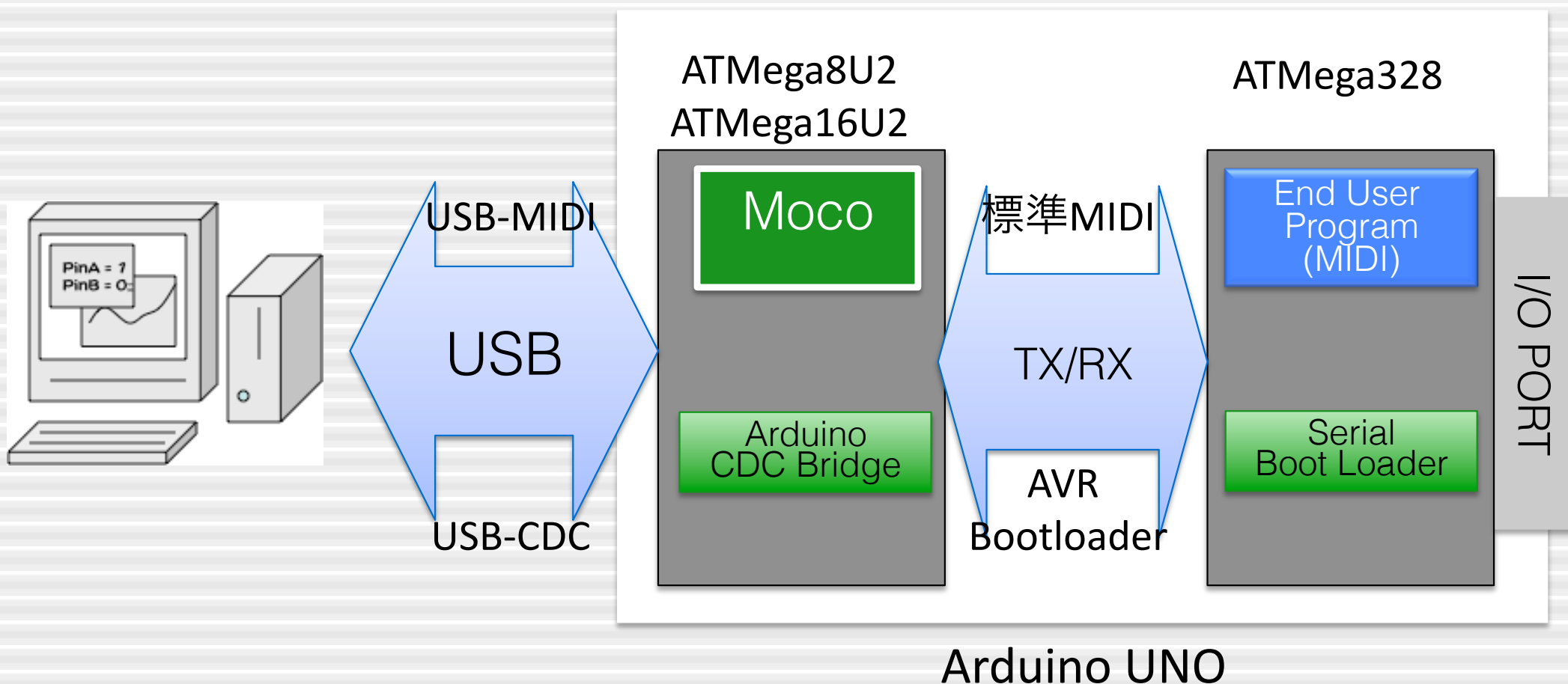
ATMega32u2
USB-Serialブリッジ



ATMega328P
スケッチがここで動作する

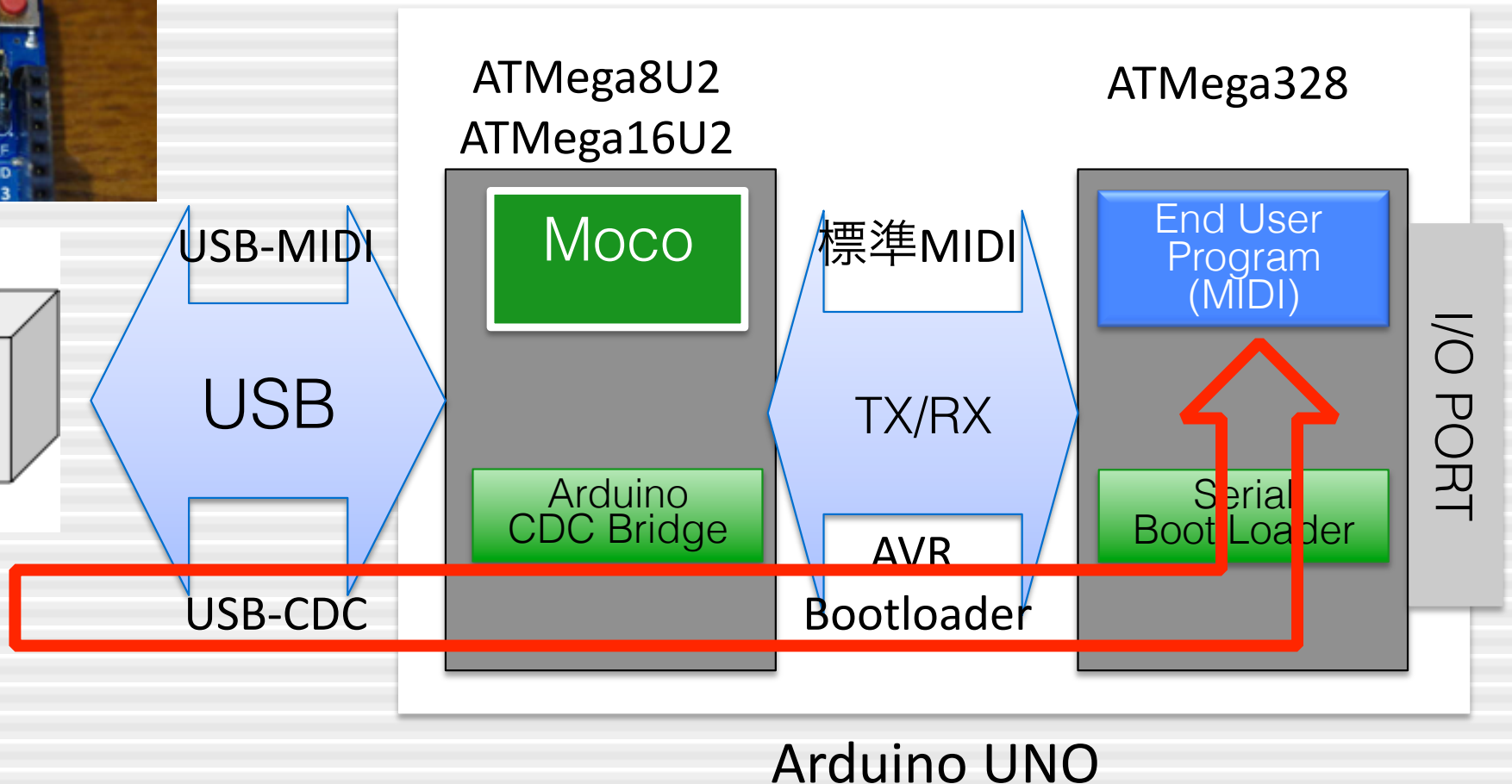
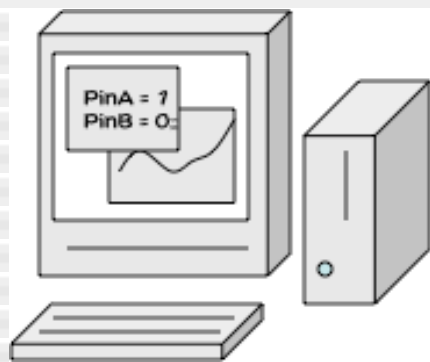
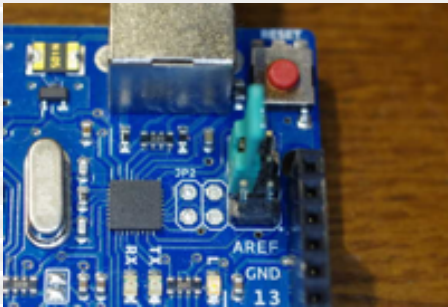
MocoLUFAのアーキテクチャ

一つのファームにUSB-MIDIとUSB-シリアルの実装切換えて使います。（リセットが必要）



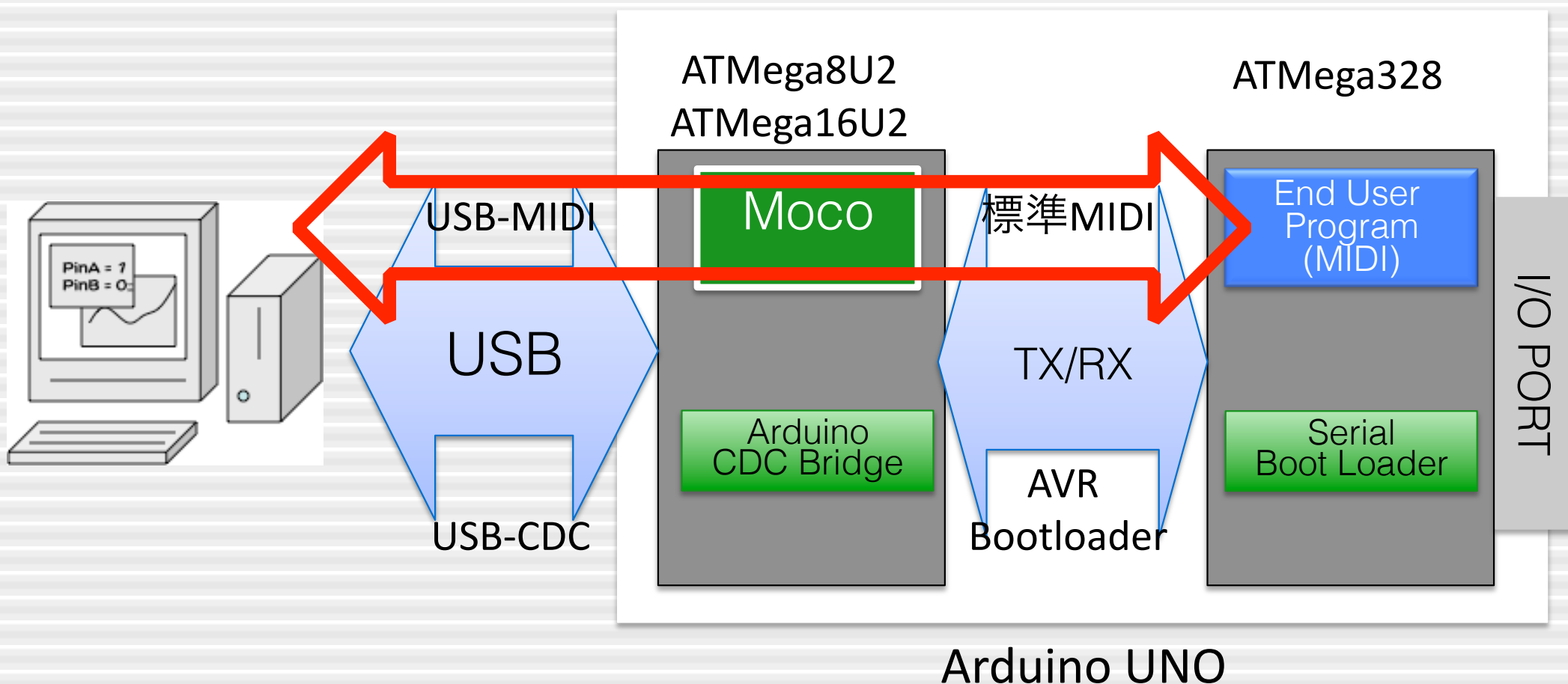
MocoLUFAのアーキテクチャ（書き込み時）

USB-シリアル経由でArduino IDEから書き込み
ISPコネクタにジャンプを取り付ける



MocoLUFAのアーキテクチャ（実行時）

USB-MIDI経由でパソコンのDTMから簡単制御
ISPコネクタのジャンパを付けない



MocoLUFAを使ったプロジェクト

DJ向けMIDIコントローラ DJ Shield 2 for arduino

<http://www.dm9records.com/index.php/release/dj-shield2/>

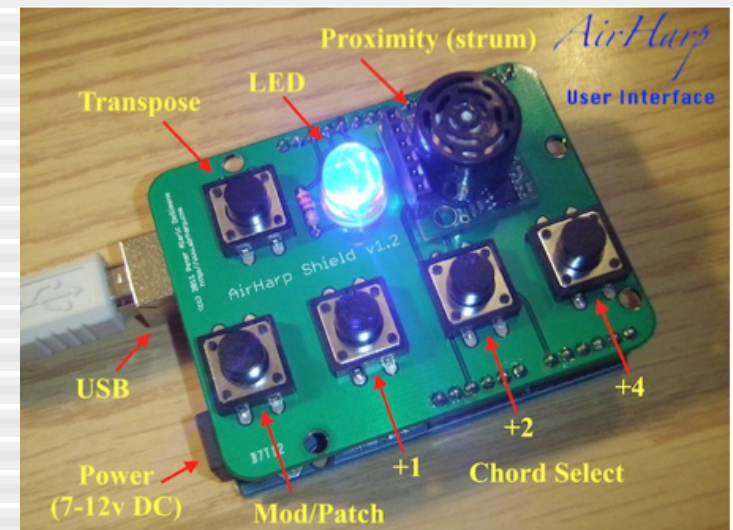
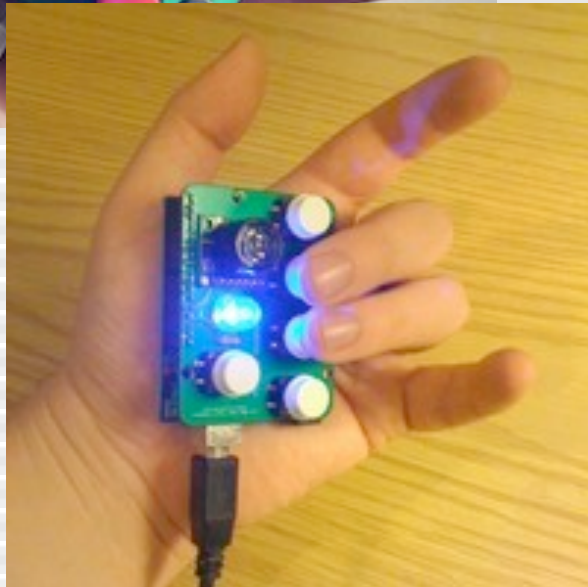
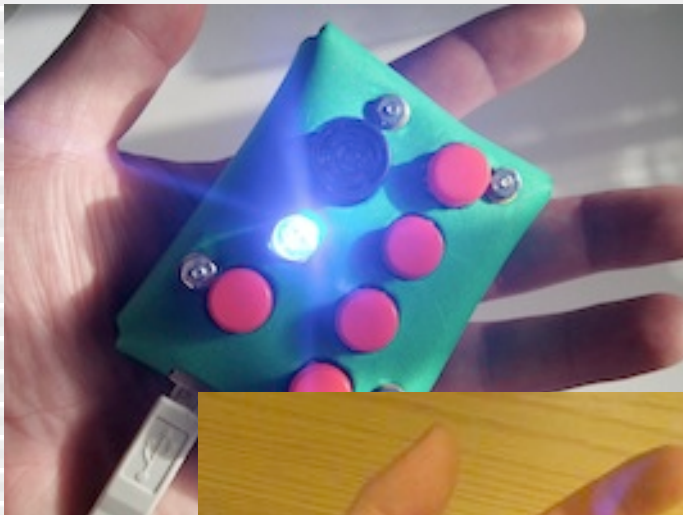


11個の可変抵抗、2個のフェーダー（スライドボリューム）、12個の
スイッチ、ロータリーエンコーダを利用
Arduino の上にスタックして使えるシールドとして実装

MocoLUFAを使ったプロジェクト

Autoharp型のMIDIコントローラ AirHarp

<http://www.airharp.com/>

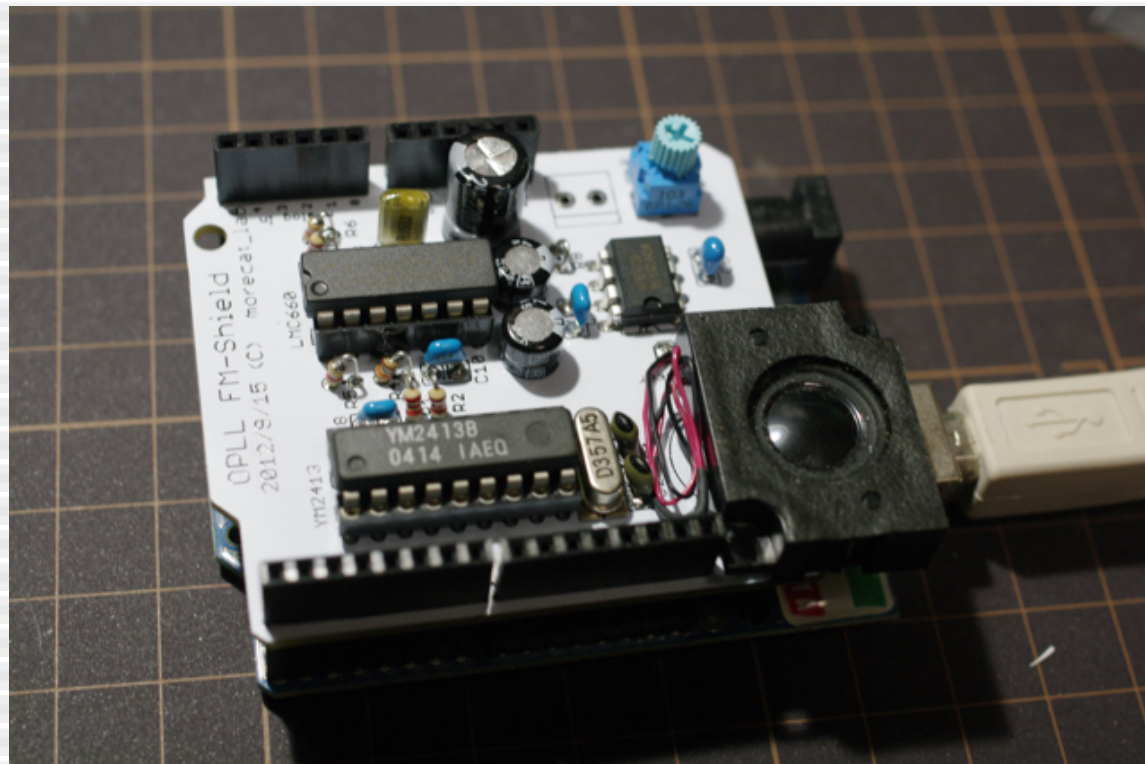


The AirHarp is a type of digital autoharp that allows musicians of diverse skill levels to play music of advanced harmonic complexity simply by pressing four pushbuttons and "strumming" invisible harp strings in the air. Developed by musician-turned-engineer Peter DeSimone, the AirHarp is pocket-portable and suitable both as an introductory instrument and an accompaniment tool for singers and songwriters. It allows direct access to fourteen chords within a given key (including the seven diatonic chords), and can automatically transpose to any key with the push of a button

MocoLUFAを使ったプロジェクト

OPLL FM-Shield

往年のFM音源チップOPLL(YM2413)を載せたシールド
Arduino経由でUSB-MIDIから鳴らせる
スタンドアロンでも利用可能です。



まとめと今後の展開

- ✓ ArduinoでMIDIハックをお勧めします
 - プロトタイプ環境として最適
 - MIDIライブラリも利用可能
- ✓ MocoLUFAの紹介
 - デファクト・スタンダード
 - Arduino UnoでUSB-MIDIでバイスを作れます
 - 最新版ではファームの書換えは一度だけ
- ✓ 課題
 - Arduino Leonardoで更に簡単にしたい

<http://morecatlab.akiba.coocan.jp/>