

入力と収納を兼ね備えた柔らかい 入力デバイスの開発

あいち産業科学技術総合センター
堀場隆広

1

開発の背景

- 繊維産業の現状及び活性化

繊維市場のグローバル化により、海外の安価な衣料品が大量に輸入されている。繊維産業を活性化するためには、市場に新商品を導入(開発)する必要がある。

- 携帯情報端末市場をターゲット

携帯情報端末(スマートフォン)市場は規模がたいへん大きい。

2014年、国内スマートフォン出荷台数:2,654万台
(IDC Japan(株)調査資料)

2

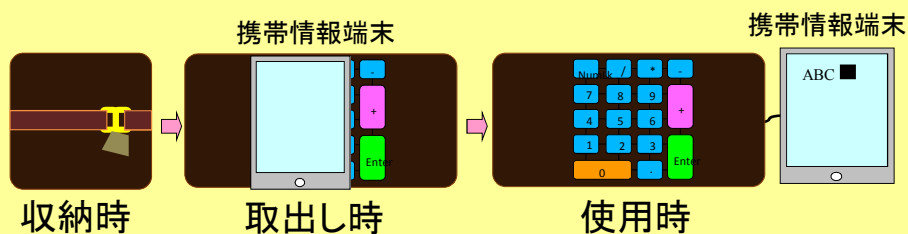
携帯情報端末の問題点

- 入力が難しい
入力はディスプレイのタッチパネルで操作するので、大量のデータを入力するときや、長時間使用には操作性があまり良くない。
- ディ스플레이が汚れる
ディスプレイは表示と入力を兼ねているため、汚れた指で触れるとディスプレイが汚れ、表示が読みにくくなる。
- 携帯するので落とし易い
落とすと傷がつく、壊れる。

3

開発製品

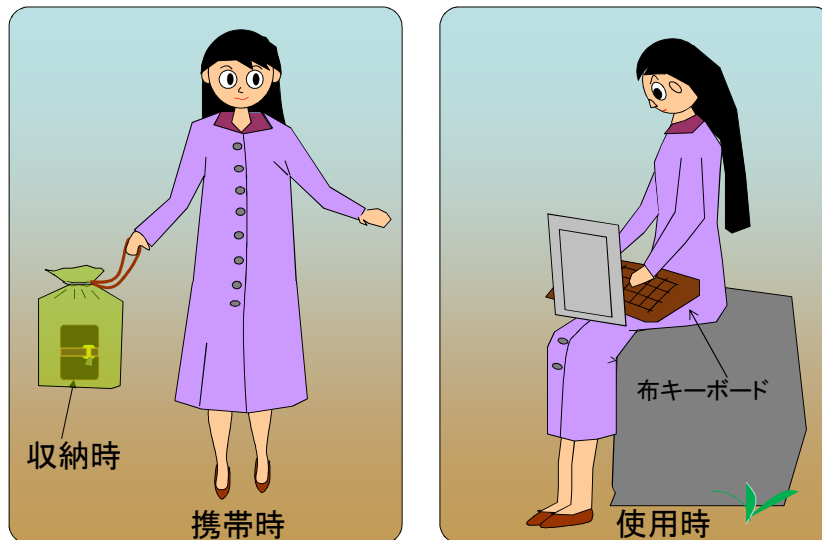
携帯情報端末を収納できる布でできたキーボードを開発する。



携帯情報端末を収納可能な柔らかい入力デバイス

4

開発製品の利用形態

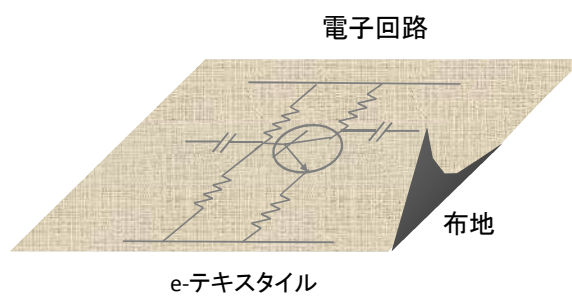


研究の目的

- 入力デバイスの収納構造の作製
携帯情報端末(スマートフォン)を収納可能な柔らかい布キーボードを作製する。
- 入力デバイスの回路の作製とプログラムの作成
データを入力することができる携帯情報端末用の布キーボードの回路の作製及びマイコンの組み込みプログラムを作成する。

e-テキスタイル

e-テキスタイルとは、布にスイッチ、センサ、電子デバイス及び回路などを付与したものである。



7

布スイッチ

8

布スイッチとは？

- 布スイッチ
布に力を加えたり、触れたり、近づくと、布がスイッチになる。
- 構造
布(織物、編物、不織布など)に組み込んだ柔らかい導電性の素材(導電糸)などによって物理量を検出、スイッチにする。
- 特徴
風合い(触れた感覚)が良い。折り畳める。曲げることができる。

9

開発した布スイッチの分類

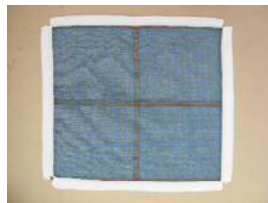
- 静電容量型
 - 名称: 力による布スイッチ(センサ織物)
 - 構成素材: 綿糸、ポリエステル糸、導電糸など
 - 構造: 力をたて糸とよこ糸の導電糸間の静電容量で検出
 - 特徴: 押した力を検出
 - 名称: 布のタッチスイッチ
 - 構成素材: 導電糸、綿糸など
 - 構造: 人と導電布(電極)との静電容量を検出
 - 特徴: 感度が良い、近接スイッチ、柔らかい(導電糸を粗く配置可能)
- 接点型
 - 名称: フェルトスイッチ
 - 構成素材: 不織布、布、導電糸、金属
 - 構造: 接点の接触でオン、オフする。
 - 特徴: 押した感覚がある。色が指定できカラフルである。構造が単純である。スイッチから電磁波がでない。

10

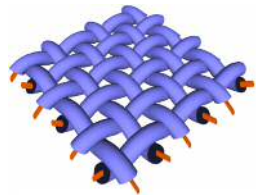
力による布スイッチ

11

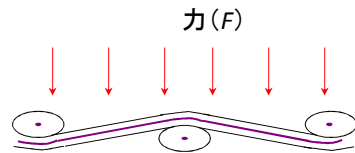
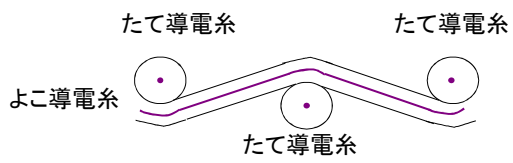
力による布スイッチの原理



センサ織物



センサ織物の構造(平織)



導電糸間の距離が小さくなり、静電容量が大きくなる。

センサの原理

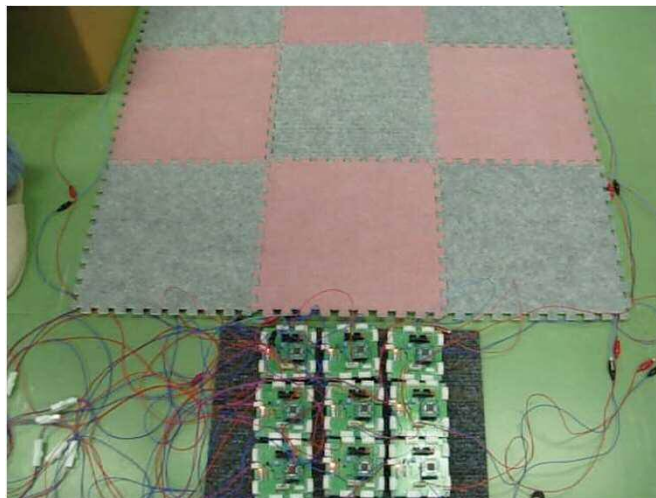
12

力による布スイッチ



13

センサタイルカーペット

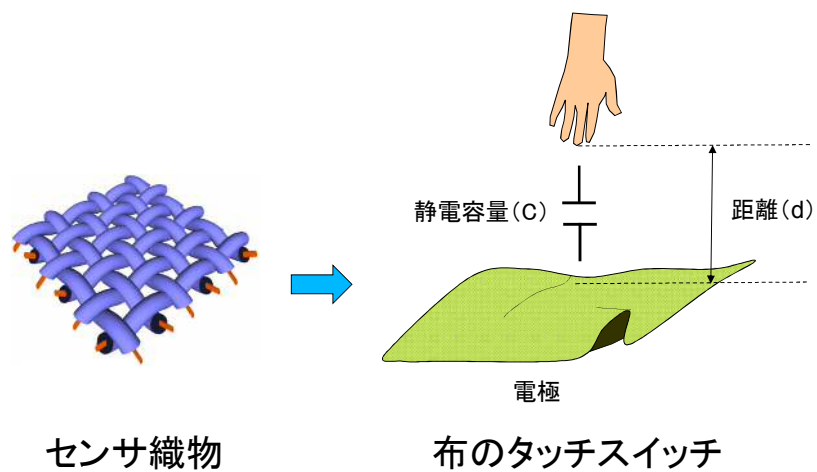


14

布のタッチスイッチ

15

布のタッチスイッチの原理



16

布の鍵盤



17

ロボット衣服



18

布キーボード フェルトスイッチ

19

静電容量型の布スイッチの問題点

問題点

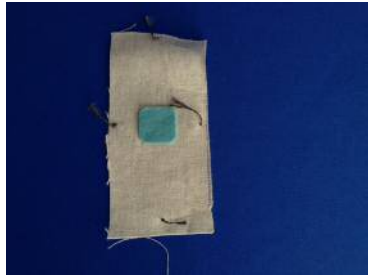
静電容量型の布スイッチの面積が小さくなると

- ノイズが載りやすくなる。
- 多数配置すると干渉を起こす。

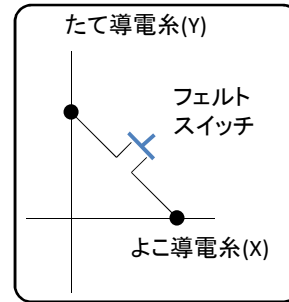
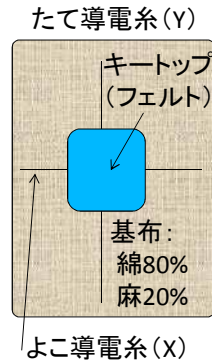
布スイッチが誤動作を起こす。

20

フェルトスイッチ



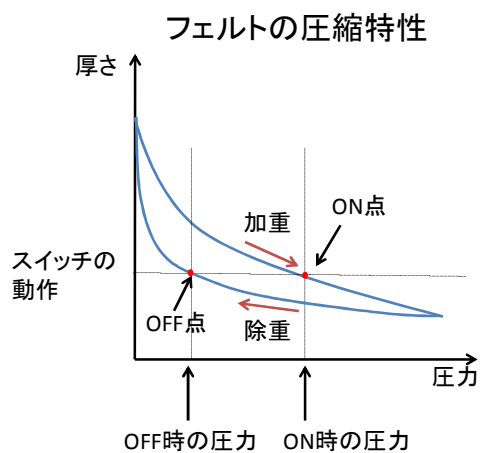
フェルトスイッチ



等価回路

21

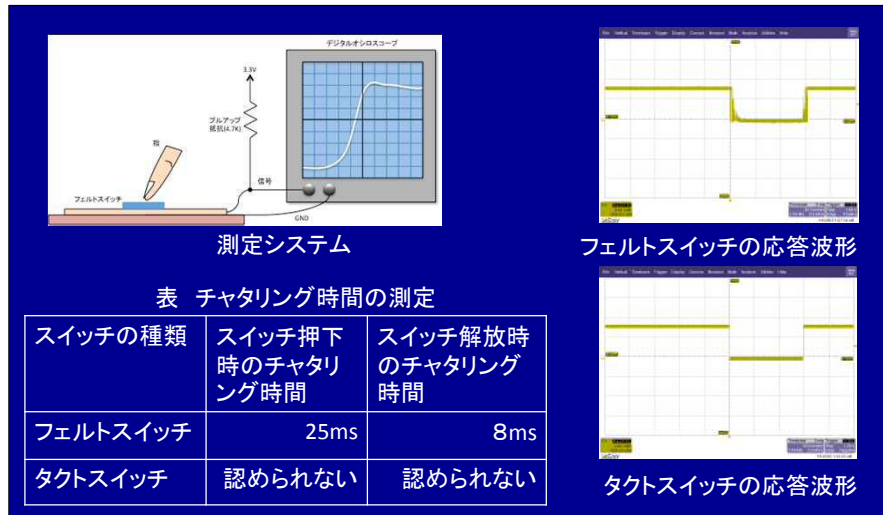
フェルトの圧縮特性



- ヒステリシス特性
フェルト(布)の圧縮特性(ヒステリシス)を利用してスイッチを作製
- スイッチの動作
ON時の押さえる圧力が大きく、OFF時の押さえる圧力が小さいので、スイッチの信頼性向上を期待

22

フェルトスイッチの過渡応答



23

布キーボードの 収納構造

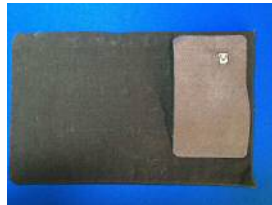
24

布キーボードの構造

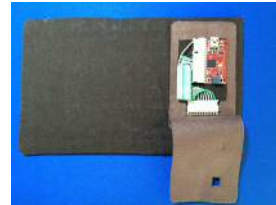
基布にフェルトスイッチ(2cm角)を導電糸で接続して布キーボードを作製した。



表面



裏面



裏面(基板)

基布: 綿80% キートップ: フェルト
麻20%

25

携帯情報端末の収納実験



1. キーボード使用時



2. キーボードに携帯情報端末を置く



3. キーボード折り畳み時



4. 携帯情報端末収納

26

布キーボードの回路

27

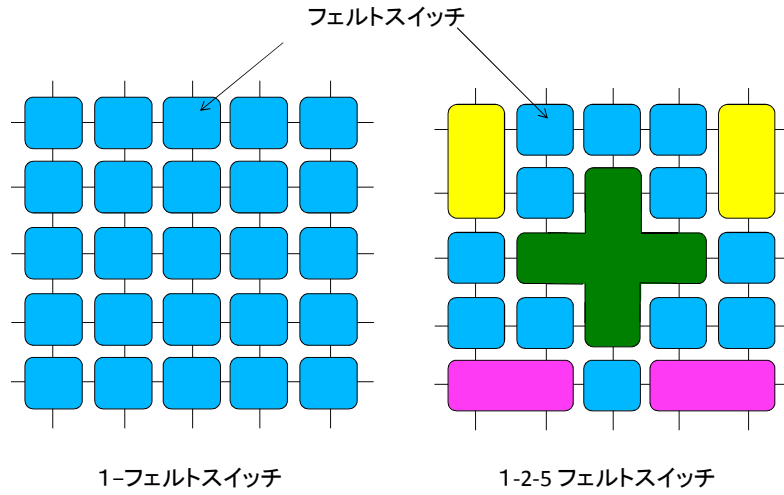
フェルトスイッチのブロック構造

特徴

- ブロック毎にサイズを変更可能である。
- 縦と横のブロックサイズが同じ場合、プログラムを変更しないでキーコードを変更可能である。

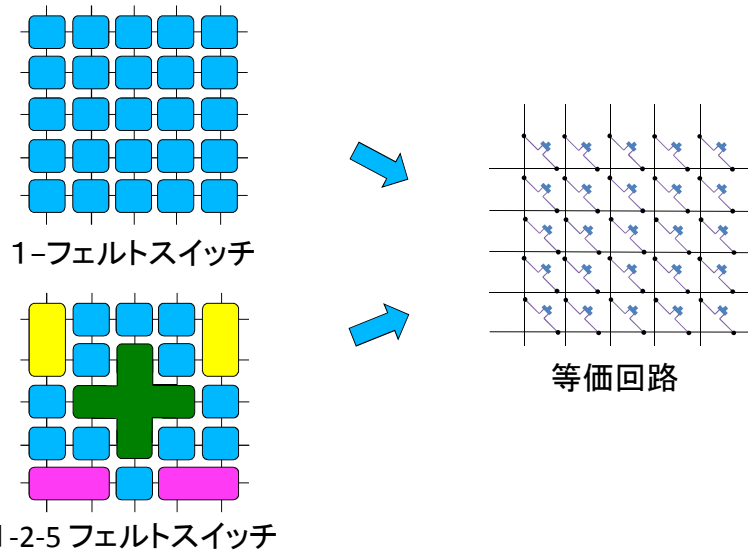
28

フェルトスイッチのブロック構造例



29

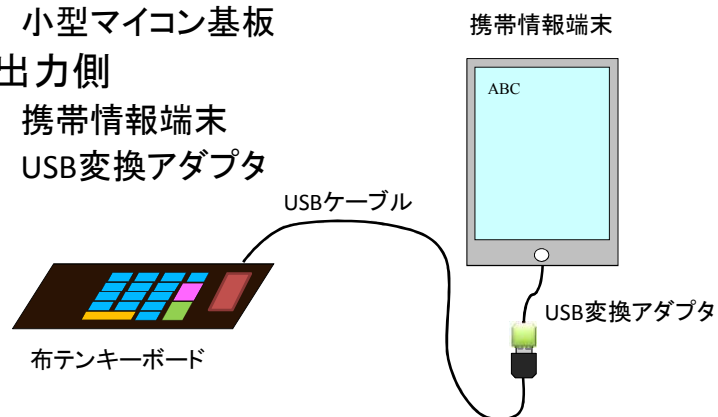
フェルトスイッチの回路



30

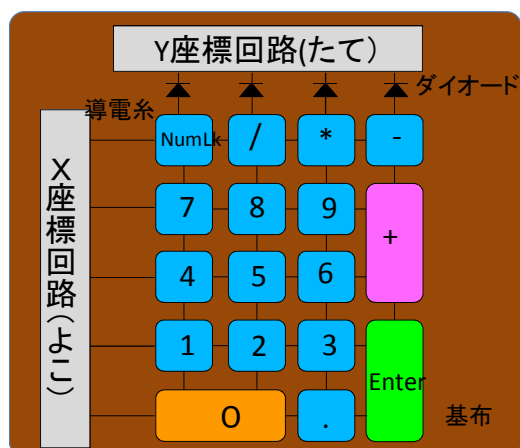
布キーボードの実験システム

- 入力側
 - 布キーボード
 - 小型マイコン基板
- 出力側
 - 携帯情報端末
 - USB変換アダプタ



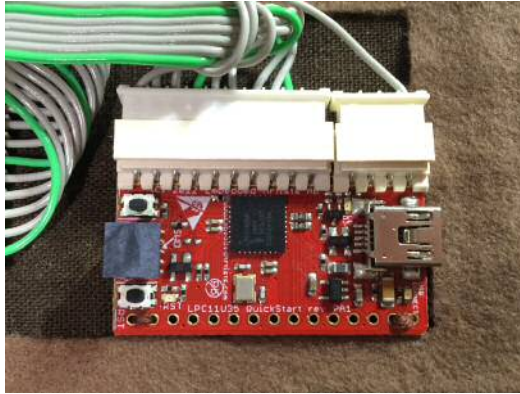
31

布キーボードの内部回路



32

布に組み込んだマイコン基板



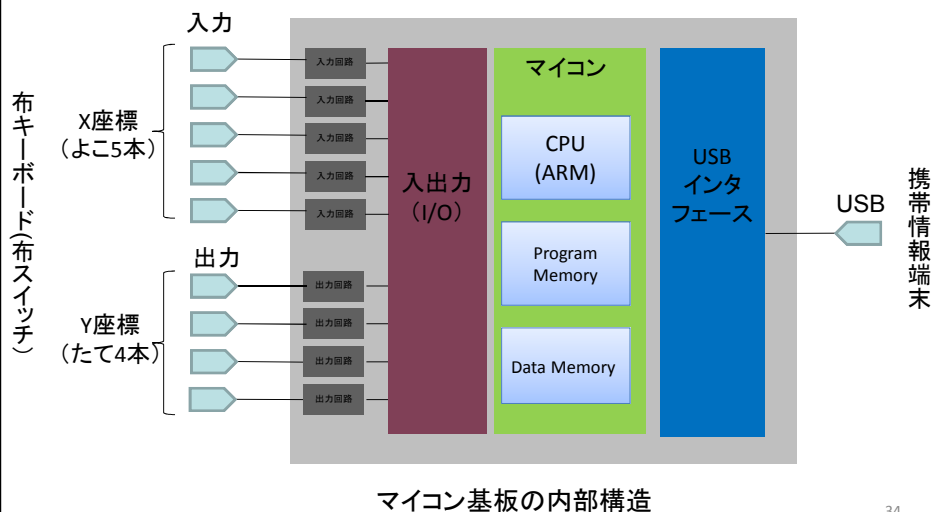
CPU:
ARM Cortex-M0
LPC1114U35
32bit、12MHz

メモリ:
Program Memory
Flash 64KB
Data Memory
SRAM:10KB
Flash:4KB

インタフェース:
DIO、USBなど

基板:
Embedded Artists製

布キーボードのマイコン基板



34

布キーボードへの プログラムの 組み込み

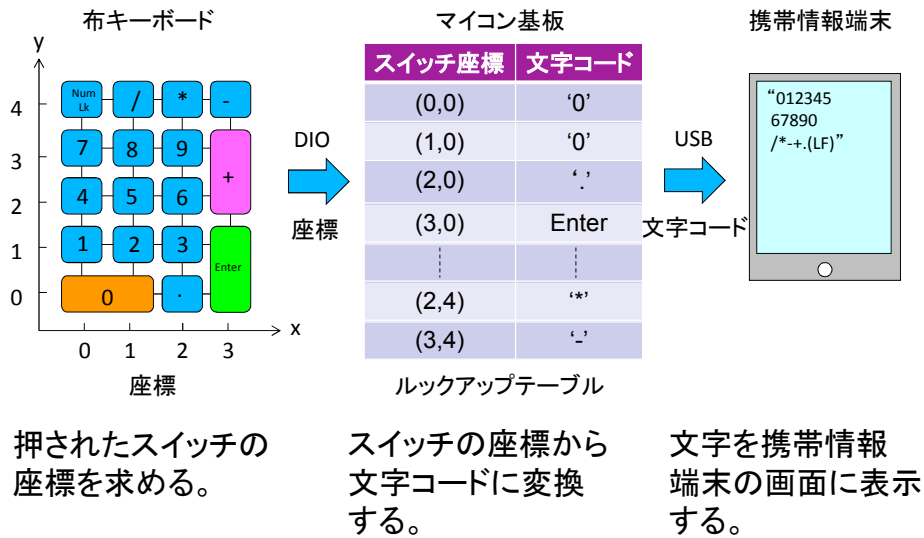
35

布キーボードのプログラム組み込み

- C++の組み込みシステムとしてプログラムを作成した。
- フェルトスイッチの押された位置の座標を特定するプログラムを作成した。
- 座標から文字変換はルックアップテーブルを用いて作成した。
- USBのHID(Human Interface Device)としてプログラムを作成、携帯情報端末からはキーボードとして認識させた。

36

文字コードの変換



37

ルックアップテーブルを用いるメリット

1. 処理の高速化
複雑な計算処理を単純な参照処理に置き換える。
2. リアルタイム性
キーを押す違和感をなくすため、決められた時間内に処理が完了する。
3. リソースの節約
リソースの小さい組み込み用マイコンに対応可能である。
4. スイッチの変更が容易
ルックアップテーブルのみの変更で、スイッチの大きさ、出力文字コードの変更が容易にできる。

38

プログラムの実装

布テンキーボードのプログラムをC++のクラスとして記述、プログラムの組み込みは、グローバルな静的オブジェクトとして実装した。

// テンキーボードの静的なオブジェクトを生成

```
static TenKey tenkey(...);
```

```
// メイン
```

```
int main()
```

```
{
```

```
    char c;
```

```
    :
```

```
    while(1) {
```

```
        // メソッドによる押されたキーボードの文字の読み込み
```

```
        c = tenkey.getch();
```

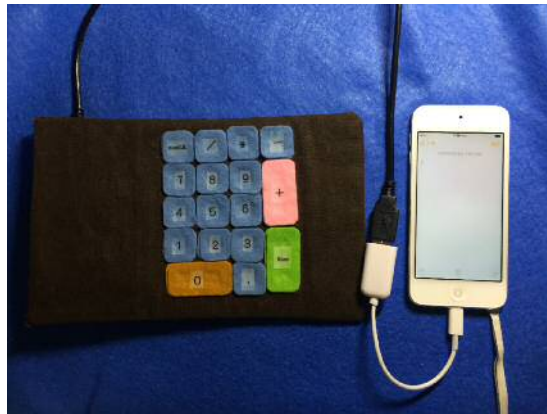
```
    }
```

39

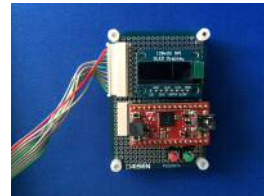
布キーボードの実験

40

布キーボード実験



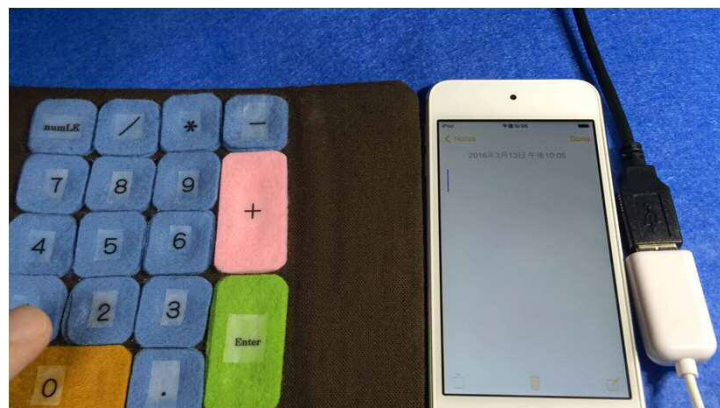
実験システム



デバッグ用基板

41

携帯情報端末接続実験



42

実験結果

- 布スイッチを考案及び作製した。
- 布のテンキーボードを試作した。
- 布のテンキーボードを折り畳み、携帯情報端末を収納した。
- 布のテンキーボードを使い、USB経由で文字を携帯情報端末に表示した。

43

まとめ

- 布のデバイスの折り畳み構造を考案及び試作した。
- 携帯情報端末を布のデバイスで収納した。
- 布のデバイスの動作を確認した。

44

今後の予定

- フルキーボードを試作する。
- スイッチ素材を見直す。
- マイコン基板の静電気対策をする。
- マイコン基板の小型化及びフレキシブル基板化をする。さらに、マイコン基板のボタン化、アクセサリ化を考える。

45

今後の展開

- 携帯用機器
- 医療福祉機器
- 乳幼児用電子玩具(安全なおもちゃ)
- ロボットの安全装置
- ゲーム用入力装置
- 宇宙服用スイッチ
- etc

46