

# Sensing Solution アイデアソン・ハッカソン 2022

## ハッカソン応募書類（1次・2次共通）

提出期限：2022年10月31日18時

チーム名（20文字程度以下）	ドライマンゴー	
提案名（40文字程度以下）	どんなものでもパレットに！指先ペイントシステム	
概要（200文字程度）	<p>このシステムがあれば、壁、テーブルなどどんなものでもパレットのように使えるようになります。</p> <p>例えば、会議で大型ディスプレイにこのシステムのカメラを向けて、AIで指先とディスプレイの接触点を推定することでタッチパネルのように操作できます。また、同じようにプロジェクターのような大きなスクリーンに指で絵を描いたり、テーブルの上で書いた図表をトラッキングしたり、いろいろな場面の描写をデジタル化できます。</p> <p>将来的には、このシステムによって色々なものをタッチパネルとして利用できるようになることで、エンターテインメントや教育、医療などいろいろな分野で活用できるのではないかと考えています。</p>	

提案内容（自由記述、システム図も記載ください）

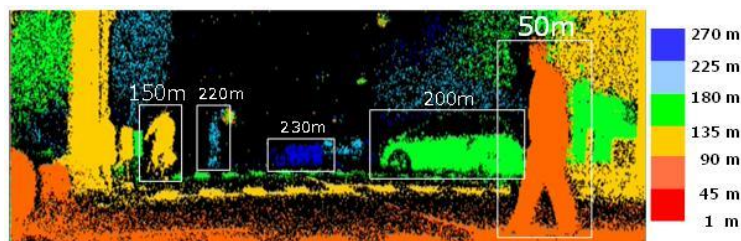


処理手順

1. ToFカメラ（光の飛行時間を利用して三次元情報を計測可能なカメラ）で距離画像データを取得
2. AIで距離データを分析して、人差し指が平面に接触しているか推定
3. AIで距離データを分析して、接触点の座標を推定
4. 前後のフレームから操作がタッチなのか線を引いたのか判定
5. 描写情報を確定

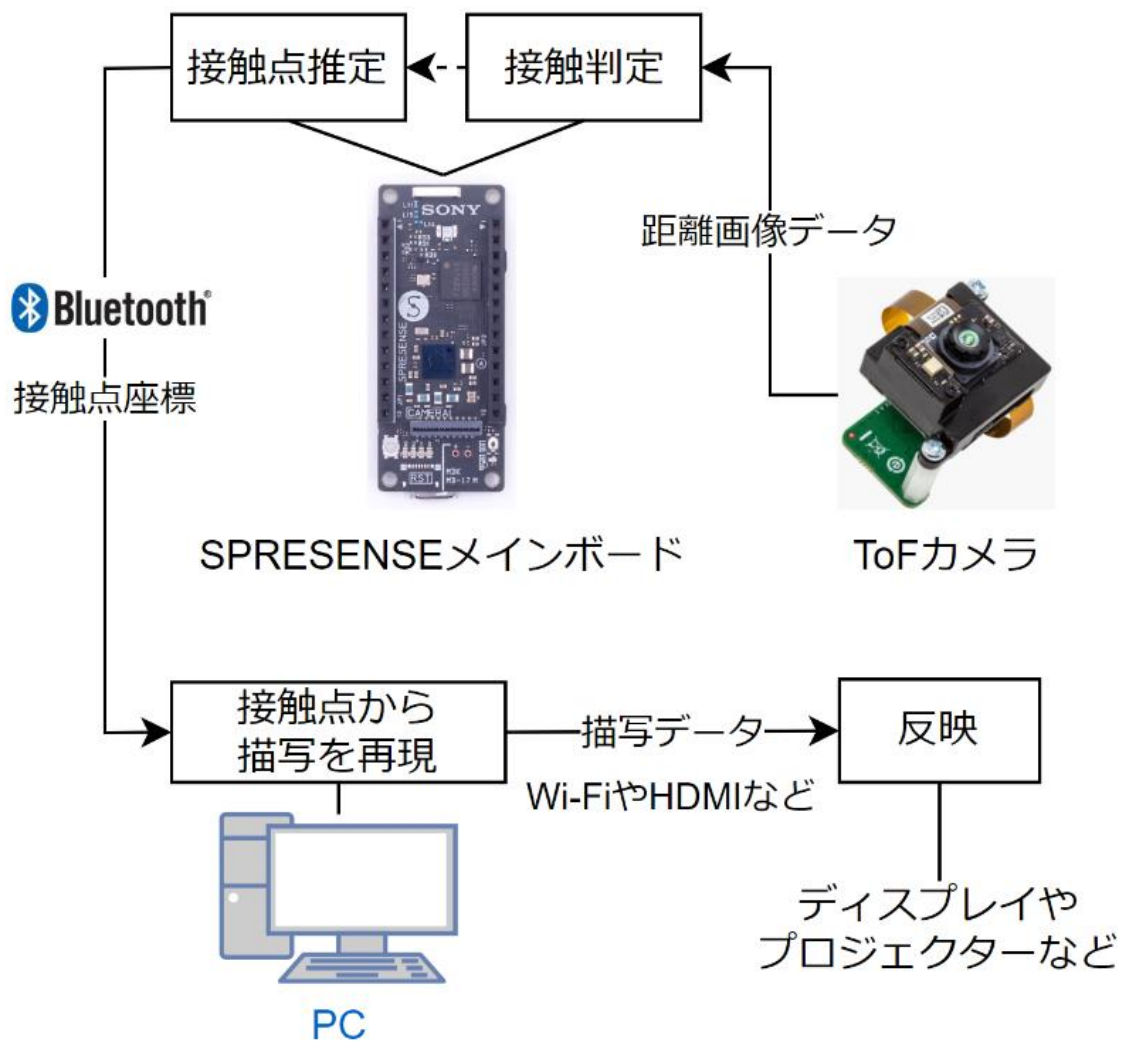
画像処理、機械学習は Spresense 本体のみで行い、送信データは最小限の描写情報に抑えることでリアルタイム性を確保します。

距離画像：



提案内容（自由記述、システム図も記載ください）

## システム図（最終目標）



## システム（最終目標）の説明

1. ToF カメラで距離画像データを取得し、SPRESENSE メインボードに送信する
2. 距離画像データから指が平面に接触してるか機械学習モデルで判定する
3. 距離画像データから指の接触点を機械学習モデルで推定する
4. 推定された接触点の座標をペアリングされた PC に Bluetooth Low Energy で送信する
5. PC でこれまでの接触点の座標から、描写を再現する
6. 再現された描写を Wi-Fi や HDMI などディスプレイやプロジェクターなどに送り、反映させる

将来的には、PC を介さずにディスプレイやプロジェクターなどの反映させたいものにそのまま Bluetooth Low Energy で接続できるようにして、手軽に使えるようにしたいと考えています。

### 1.提案の独創性（独創的な発想であり人に感動を与えられる作品なのか？）

※独創的な発想であり人に感動を与えられる作品なのか

既存のカメラによる情報入力、ジェスチャーのような情報量の少ないもののみで、自由度が少なく決まった割り当てた操作をするようなものでした。ですが、このシステムでは2次元の平面に自由に描けるので、多様な操作を行うことができます。

このようなものはこれまで、一般ユーザーにとってタブレット端末やスマートフォンのように大きさの限られたものでしか行うことができなかったものなので、もしこのシステムで一般ユーザーが壁やテーブル全体をタッチパネルとして使えるようになったとしたら、これまでより多くの表現が可能になり、人に感動を与えられると考えています。

### 2. 提案の社会的必要性（いかに生活を豊かにするか。人を幸せにするか？）

※いかに生活を豊かにするか、人を幸せにするか

※具体的にユーザーを想定し、提供する価値が明確になっているか

このシステムによって、これまでと比べて多様で幅広い入力方法が可能になることで、デジタルを人々の生活により組み込みやすくなると考えています。例えば、このシステムをプロジェクターを投影した壁に使うことで、子供が壁でお絵かきをできるようにしたり、会議でテーブルにプロジェクターを当て、そこに参加者がいろいろ書き加えながら話し合ったりするようなこれまでにない表現方法ができるようになり、人々の生活をもっと面白くできると考えています。

### 3. 作品の実現性（アイデアの実現に向けた方針が述べられているか？）

※アイデアの実現に向けた方針が述べられているか

※どこまでをどのようなスケジュールで実装予定であるかを具体的に記載ください。

アイデアは上記のシステム図のディスプレイに描写データを反映するところまで実装しようと考えています。

実装のスケジュールは9月中は画像処理、接触判定、接触点推定の機械学習モデルを作成を行おうと考えています。

そして10月前半でPCに接触点座標をBLEで送り、描写を再現するプログラムを作成し、10月中にディスプレイにその結果を表示できるようにしたいと考えています。

画像処理では既存の深度推定モデルを、接触判定、接触点推定では自分で撮った写真で教師あり学習を行うことと思っています。諸所の問題で予定は修正して、5. 提案過程における工夫に詳細を記述しました。

### 4. SPRESENSE™の適合性（Spresenseの特徴を活かした提案となっているのか？）

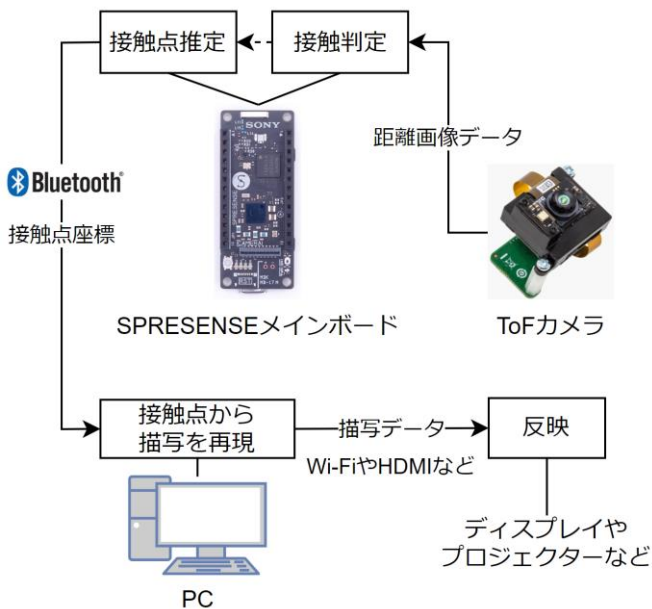
※Spresenseの特徴を活かした提案となっているか

このシステムは複数のAIを重要な役割で使っていて、その計算をするために高い計算能力が必要です。また、このシステムは固定して使うのではなく、好きなところに設置して使う想定のもので、バッテリーを使う必要があります。そのため、使用電力を抑えて長時間動くシステムでないといけません。なので、これらの点を解決できる低消費電力で高性能プロセッサ性能を持ったSpresenseはこのシステムにピッタリだと考えています。

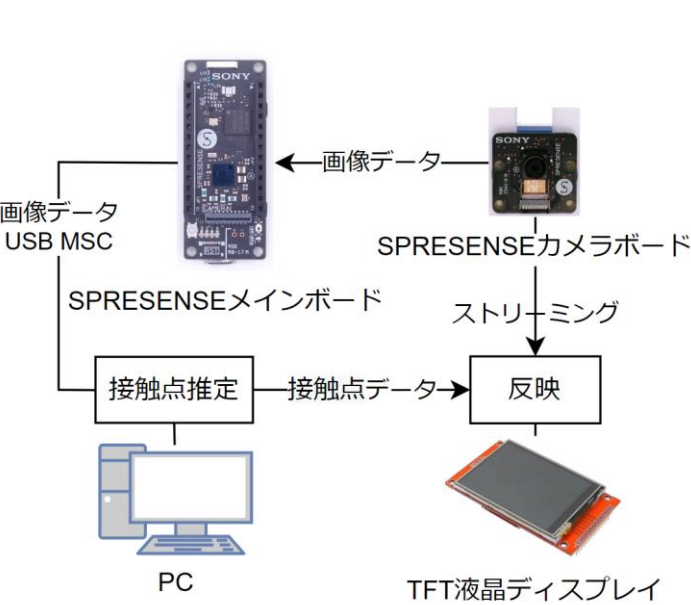
5. 提案過程における工夫（提案したアイデアの実装における工夫がアピールできているか？）

※提案したアイデアの実装における工夫がアピールできているか  
※1 次提案での記載は不要です。2 次提案時のみ記載してください。  
プロトタイプの実装にあたって工夫した点を説明します。

システム図（最終目標）



システム図（プロトタイプ）



プロトタイプの目標

現在持っている部品、可能な作業量でできる限りのシステム図（最終目標）の処理をテストする。

持っていない部品	検証できなかった処理
ToF カメラ BLE Add-on ボード	接触判定：距離情報が AI による推論に必要なため BLE 通信：BLE 通信ができないため 接触点から描写を再現：距離情報が描写に必要なため

今回検証した処理

- Spresense による画像データ取得
- AI で接触点を推定
- 接触点をディスプレイに反映

システム（プロトタイプ）の説明

- Spresense による画像データ取得
- 今回は ToF カメラを持っていなかったため、Spresense カメラボードを使って画像データ取得を行いました。画像データは TFT 液晶ディスプレイにストリーミングすると同時に、Spresense メインボードを通し、PC に USB MSC で送信します。この処理によって接触点推定処理にデータを渡します。

- AI で接触点を推定

最終目標のシステムでは Spresense メインボードで処理を実行したいが、今回は使用した事前学習済みネットワークの仕様上、Arduino IDE での実装にはかなり時間がかかると予想されたので、PC 上で AI の構築を行ってパフォーマンスを観察し、Spresense メインボード上での性能と実行可能性を推測しようと考えました。

AI の構築には MediaPipe という Google のオープンソースソフトウェアの手検知 AI を使用しました。この事前学習済み AI を使い、人差し指の座標を推定する AI を構築しました。今回のプロトタイプ実装では距離画像データが使えなかったので 2 次元での座標推定になりましたが、最終目標のシステムでは ToF カメラのデータも転移学習に使用することで 3 次元での人差し指の座標を推定する AI を構築しようと考えています。

また、今回のプロトタイプでは、3 次元推定の代わりに人差し指の指す色の推定をしてディスプレイに表示するようにしました。

PC での AI パフォーマンス
全体処理時間 : 4.801698684692383
画像読み込み処理時間 : 4.755013465881348
AI 推論時間 : 0.046685218811035156
AI 推論時使用メモリ : 30.3 MiB

動画でもわかる通り、このプロトタイプでは接触点をディスプレイに反映するまでにかなり時間が掛かっています。しかし、その多くが USB MSC での PC への画像読み込み処理の時間で AI モデルを Spresense に移して直接画像を読み込めるようになれば、解消できると考えます。

ですが、AI 推論時に使用するメモリ量は、Spresense に搭載されている RAM 1.5 MB、FLASH 8 MB と 30.3 MiB より少ないので、将来的には実行可能性、処理時間の変化を Spresense メインボードで検証し、必要があれば AI モデルのサイズを小さくしなければいけないとわかりました。

- 接触点をディスプレイに反映

PC で求めた人差し指の座標と、人差し指の指す色をシリアル通信によって Spresense メインボードに送信し、カメラの映像をストリーミングしている TFT 液晶ディスプレイに反映させます。上記した画像読み込み時間の影響で、PC から AI の推測が送られてくるのにかなりラグがあるので、表示される人差し指の座標とストリーミング映像とはズレがありますが、ビデオのようにおおよそ正しく人差し指の座標、人差し指の指す色を推定出来るようになりました。



※ここまでの 5 ページ以内にまとめ、pdf にて提出してください。ファイル名は「チーム名.pdf」とすること。

※日本語または英語にて記載ください。

提出時、各項目の※のついた文言は削除して問題ありません。