

笑う門には福来る 画像認証による笑顔の認識技術

2024年11月22日
コモングラウンド委員会/スマートライフWG
加藤 恭弘

スマートライフWG紹介



活動目的

1. 人の感情（エモーション）や状態（バイタル）をセンシングし、IoTとして応用するための技術の調査・研究を実施する。
2. 生活上の課題を解決する（QoL向上の）ソリューションを **組込みの視点**から提案し、生活用IoTの普及を目指す。
3. プロトタイプを作成し、ソリューションの有用性について実証実験を行う。

過去の主な活動実績

■ 2017～2021

各種センサーの検証、バイタルセンシング
スマートホームでのIoT検証



■ 2021～2023 ET展でのブースデモ展示 エモーションフラワー、ハッピーミラー

■ 2023 ET-WEST、2023 EgdeTech+ でのブースデモ展示 スマイルガチャ



近年、取り組んできたテーマ

表情解析による感情認識

1. カメラを用いた顔認証を行う
2. 人の表情から感情を分析する
3. 分析した感情を基にアウトプットを行う



スマートライフWGで着目した課題と仮説①

オンラインコミュニケーションの課題

2020年頃から、コロナ禍で人との接触が減り、オンライン中心のコミュニケーションが増えた。

直接対話し、自分の感情（表情）をアウトプットする機会が減り、それにより、笑顔を作ることが自然にできなくなった。

カメラをオフにし、顔出しをしないオンラインコミュニケーションの弊害もある。

課題解決の仮説

自ら感情を豊かに表現できるようになれば、それにより相手に感情を伝えやすくなったり、自分のモチベーションを上げたり、ポジティブな感情になれるのではないかな？





オンラインコミュニケーションの課題

オンラインでは、話し手の視点としては、相手が理解しているかを確認するため、相手の表情を見たいが、顔出しをしていない場合、**相手の表情（感情）が見えず**、コミュニケーションが取りづらい。



課題解決の仮説

オンラインコミュニケーション時に、リモート先の相手の**感情（表情）を可視化**することで、**コミュニケーションの活性化**に寄与できるのではないか？



相手に視覚情報（表情、感情）を伝える重要性



コミュニケーション方法と「伝わりやすさ」の関係

	ノンバーバルスキル(非言語スキル)			雰囲気
			表情	表情
		聴き方	聴き方	聴き方
	会話のリズム	会話のリズム	会話のリズム	会話のリズム
言葉	言葉	言葉	言葉	言葉
メール	チャット	電話	オンライン会議	対面

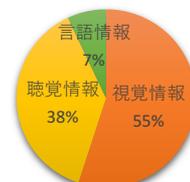
越川慎司「AI分析でわかった トップ5%リーダーの習慣」より

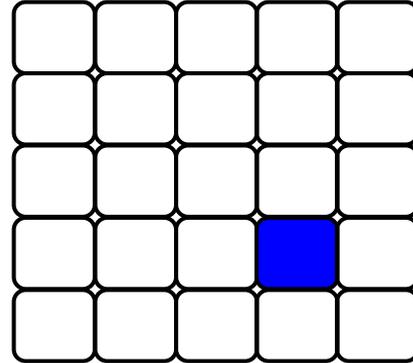
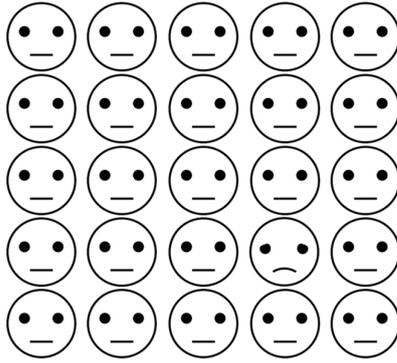
カメラをOffにして、顔出ししないと
情報が伝わりにくく、**認識GAP**が起きやすい。

メラビアンの法則

3つの情報がどれか一つでも一致しない場合は、**視覚情報** > **聴覚情報** > **言語情報**の順番で、優先される。
視覚情報の占める割合は大きい。

メラビアンの法則





色による可視化のメリット

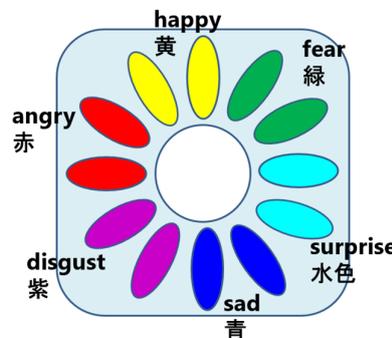
- 抽象化されていて把握しやすい。
- 心理的ハードルが下がる。
- 通信の量が少なくてすむ。(最少RGB24bit)

感情色仕様



オンラインコミュニケーションで一般的に使われるカメラを利用し、画像から感情を分類。感情の色は、プルチックの感情の輪に合わせた。

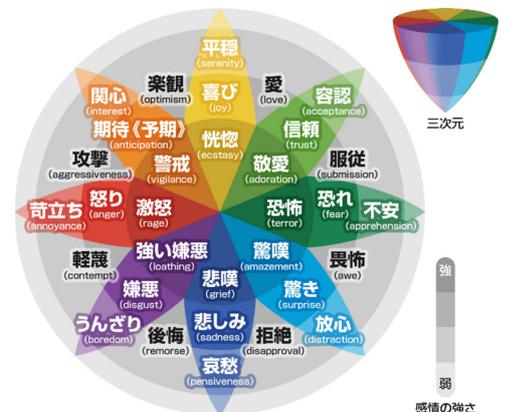
感情	名前
angry	赤
disgust	濃い紫
fear	濃い緑
happy	黄色
sad	青
surprise	水色
neutral	白



※neutralの場合は、全LEDを白にする

プルチック感情の輪

感情を8つの基本感情（真ん中）と2つの基本感情から生まれる混合感情に分類。さらにに基本感情には、感情の強さもある。



<https://swingroot.com/plutchik-emotion/>

単純に色を変えるのではなく、花の形にして、表現する。
エモーションフラワーと命名しプロトタイプの実成を実施。



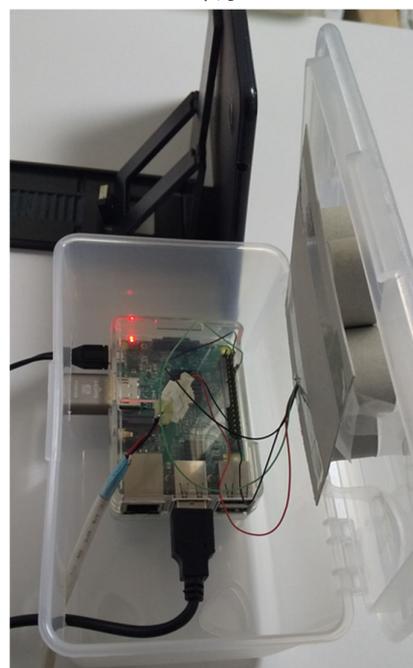
エモーションフラワープロトタイプ実機



正面



中身



HW	マイコン	RaspberryPi3
	LED	NeoPixel Ring
	カメラ	USBカメラ（エレコム）
SW	言語	Python3
	ライブラリ	Tensorflow (keras) Adafruit NeoPixel

Edgeのみで
動作可能



エモーションフラワー作成時に見えた課題

当時から、2023年度につながるようなテーマが見つかった。
人の顔の認識は、展示会場のデモとしては、認識率が低かった。

■ 人の顔自体を認識できない

カメラ、RaspBerryPiの性能、明るさ等による要因あり
人によっては顔として認識しにくい(眼鏡や年配の方)

■ 認識できてもタイムラグが大きい

RaspBerryPiの性能もあり、
カメラ前でどの程度表情を作ればよいかわかりにくい

■ どんな表情をしても出ない色がある

disgust(嫌悪)、fear(不安)等は表情の作り方、維持も難しく、
検出されにくい、笑顔は維持しやすく、認識率も高い

上記の課題は、後述のハッピーミラーや
スマイルガチャで解消を目指した



笑顔の重要性

1. 免疫力がアップする

笑いや笑顔には、ナチュラルキラー細胞という免疫細胞を活性化させ、免疫力をアップする効果がある

2. エイジングケアになる

顔のリフトアップ効果が期待される

3. 表情筋が刺激を受け、ポジティブな気持ちになる

笑顔になることで顔の表情筋が刺激を受け、
それが脳にフィードバックされると、ポジティブな感情が生まれる

4. コミュニケーションがスムーズになる

口角アップにより心理的安全性が担保される

5. 笑顔は周りに伝染する

相手の笑顔につられて笑顔になるので、お互いにいい気分になる

6. 幸福度がアップする

気持ちがポジティブなのでポジティブな発言が多く、幸せになる



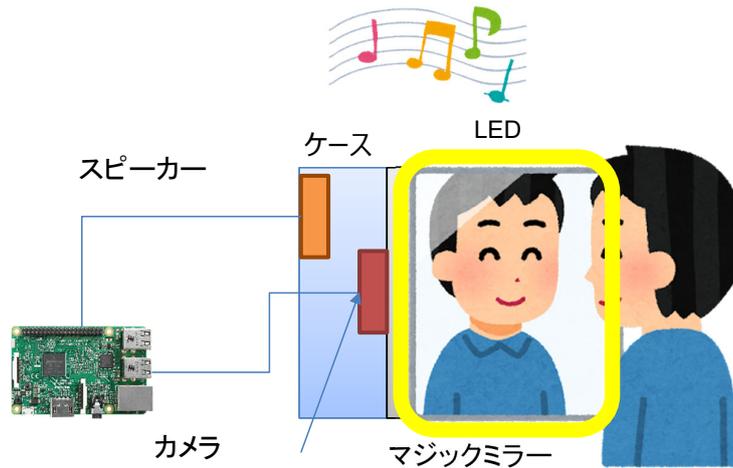
WGでは、スマートライフの
キーワードとして、特に**笑顔**に
注目した。

『楽しいから笑うのではない。
笑うから楽しいのだ』



・笑う門には福来たる。
・笑いは人の薬
・泣いて暮らすも一生、
笑って暮らすも一生
・笑って損した者なし

笑顔練習用の鏡を作ってみよう！



■仕様

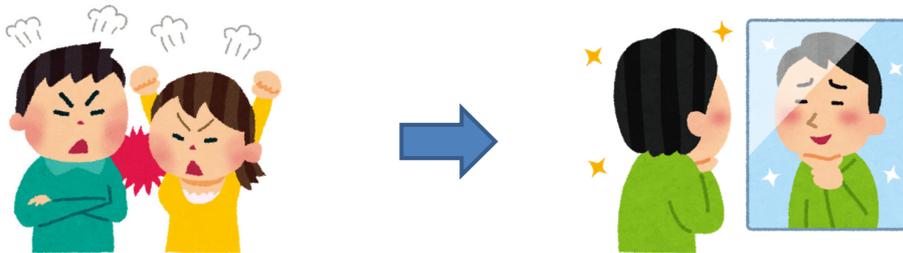
- マジックミラーの裏にカメラをセットし、カメラを意識させない。
- カメラで笑顔を認識。（数秒間笑顔を作る）
- 笑顔を検出したら、LEDを光らせる。
- 笑顔が数秒間継続したら、スピーカーから音声を流す。

想定ユースケース



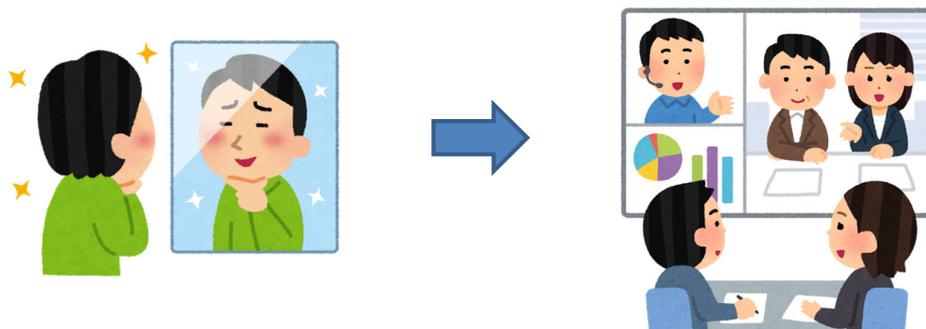
アンガーマネジメントへの活用

怒りを鎮めるために、怒りを感じたら、笑顔を作る。（怒りは6秒間しか持続しない）



リモートワークへの活用

笑顔を作ってから、MTGへ参加。メンバーの心理的安全性が確保されMTGが活性化する。





HW	マイコン	RaspberryPi3
	LED	フルカラーシリアルLEDテープ
	カメラ	Raspberry Pi カメラモジュール V2.1
	スピーカ	伝振動スピーカ
SW	言語	Python3
	ライブラリ	Tensorflow (keras) Adafruit NeoPixel

15

© Japan Embedded Systems Technology Association





エモーションフラワー課題で未解決の課題

- 人の顔自体を認識できない

カメラ、RaspberryPiの性能、明るさ等による要因あり
人によっては顔として認識しにくい(眼鏡や年配の方)

こちらは未対応

- 認識できてもタイムラグが大きい

**RaspberryPiの性能もあり、
カメラ前でどの程度表情を作ればよいかわかりにくい**

ハッピーミラーである程度解決したが、
まだわかりにくい

- どんな表情をしても出ない色がある

disgust(嫌悪)、fear(不安)等は表情の作り方、維持も難しく、
検出されにくい、笑顔は維持しやすく、認識率も高い

ハッピーミラーで解決

スマイルガチャ (ET2023展デモ)



ハッピーミラーまでの展開から、さらなるデモ案を検討して、
笑顔をインプットにガチャを回す「**スマイルガチャ**」を考案した。

- これまでに使用してきた**ハッピーミラーに接続**し、鏡の前で笑顔になることで**光や音以外のアウトプット**を出すように改造した
- ガチャ筐体は段ボール製のキットを使い、RaspberryPiでモーターを制御し、ハンドルを回す
- 笑顔になることのメリットを表現する



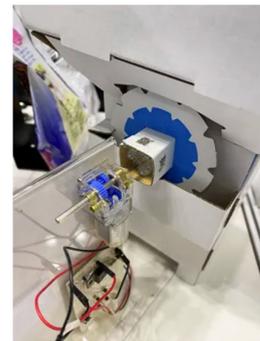
スマイルガチャにはハッピーミラーの笑顔検出を利用することにして、下記、赤文字の仕様を追加した。

■仕様

- マジックミラーの裏にカメラをセットし、カメラを意識させない。
- カメラで笑顔を検出。（数秒間笑顔を作る）
- 笑顔を検出したら、LEDを光らせる。
- **笑顔以外を検出した場合にも内部でフラグを立てる。**
- **検出が成功したらRaspBerryPiからビーコンで発信（笑顔検出/それ以外検出/検出無し）する。**
- **もう一台のRaspBerryPiでビーコン信号受信したら、ガチャ筐体のハンドルを回す**

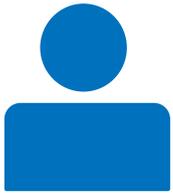
また、性能アップを目的に、カメラの交換や、RaspBerryPi3⇒4のアップデートも行った。
表情認識までの時間も調整した。

スマイルガチャプロトタイプ実機

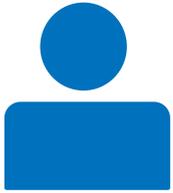


ハッピーミラーとガチャ筐体のラズパイ同士がビーコン通信し、笑顔検出をトリガにモータを回すことで、ガチャから景品が出てくる

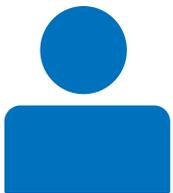
HW	マイコン	RaspberryPi4 2台
	LED	フルカラーシリアルLEDテープ
	カメラ	Raspberry Pi カメラモジュール V2.1
SW	言語	Python3
	ライブラリ	Tensorflow (keras) Adafruit NeoPixel



バイタルから感情・緊張状態などを取ろうとしているが、なかなかビジネスにまでならない。HappyMirror等が似ていると思って立ち止まった。



ゲームセンターやレクリエーションで使用できそうだが、メンタルヘルスにも活用できそう。



笑顔が精度が良いというが、ほかには何が使えるのか、発展形に興味がある。



プロトタイプ開発における失敗と学び



IfLinkサービスを連携して動作させることを検討していたが、ガチャを動かすために利用するモジュールがうまく選定できなかったため、笑顔を「If」、モーター駆動を「Then」として動かすことを断念した。

また、「表情によって提供されるものが変わる」というアイデアを基にしていたが、表情によって、複数台設置した中から、稼働するガチャを切り替えるという制御が難しかった。



失敗もあったが、学びとして、

- ・笑顔以外の表情の検出率や再現性を考えると、「笑顔」に特化することは方向性として間違っていない
- ・ネットワークを介すのではなく、RaspberryPiのみで稼働できるシステムであれば、設置や稼働も簡単になる





■スマイルガチャはどんな使い方ができるか

何度かの展示会出展を経て、ブースを訪れてくれた方々との意見交換で、この技術の「活かしどころ」が見えてきた。

・エンターテインメントとしての利用

画像から感情を読み取るという手軽さ、また笑顔にさせるというコンセプトから、多数の人が楽しむことを目的とするアイデアが出やすい。設置型のコンテンツとして、アミューズメント施設での利用が期待できるかも。

・コミュニケーションツールとしての利用

他人が笑顔になろうとしていること自体が楽しい、という意見があり、同じ空間にいる人のコミュニケーションを活性化する役割がある。

感情認識の精度が低くても、それを笑い飛ばせるような玩具・ツールとして、エンタメ性をもった使い方で、有効活用できそう。



方向性として、

- ・人の顔を認識しやすくする
- ・どこにでも置いておける設置型のコミュニケーションツールとする
- ・複数人が集まる場所で使ってもらう

■「人によっては顔として認識しにくい(眼鏡や年配の方)」という課題があり、カメラ性能ではなく、比較するモデルの変更や追加学習が必要と考えた

■複数人が触れるところに設置するためには筐体の強度改善も必要(現時点では段ボール製のガチャを使用し、モーターやRaspberrypiが露出している)と考えた

2024年度の取り組みとして、実施中



顔検出精度の向上実験 YuNet

GitHubで公開されていた、YuNetという顔検出ソフトを利用できないか検討した。

https://github.com/opencv/opencv_zoo/tree/main/models/face_detection_yunet

- 現状（正面しか検出しない）より検出できる顔の状態が多く、検出速度が速い。
 - マスク・横向きでも検出する。手で口を覆ったら検出しなかった。
 - 首をかしげると検出が弱い印象。
 - PC上での実測 21~23fps
- 認識精度はYOLOv8には劣るが、軽さも考慮するとYuNetの方が使いやすいそう。
 - <https://opencv.org/blog/opencv-face-detection-cascade-classifier-vs-yunet/>
 - <https://zenn.dev/piment/articles/75cd1a96e8b362>

これを使って、画像から顔を抽出して学習データを作成する。

- ✓ 画像ファイルからYuNetで顔を検出し、FER2013に合わせて正方形に切り取ってファイル保存するプログラムを作成。



Japan Embedded Systems Technology Association

25



FER2013データセットについて

- 7種類の分類のうち、disgust（うんざり）、fear（恐怖）あたりは除去して5種類の判定にしたら精度が上がらないか。
 - disgust はデータ数が圧倒的に少ないので、学習精度が落ちている可能性あり。
 - fear は angry や sad と区別しづらく、表情に出るほど恐怖を感じる状況がまれ。（あったら防犯などに使える??...そのときに追加学習してもいいかも?）
 - surprise（驚）も除去して4種類に...とかも考えられる。ただし、surpriseは（人から見て）比較的分かりやすく、日常で発生する可能性もありそう。

番号	表情	train.csv	val.csv	test.csv	合計
0	angry	3995 (13.9%)	467 (13.0%)	491 (13.7%)	4953 (13.8%)
1	disgust	436 (1.5%)	56 (1.6%)	55 (1.5%)	547 (1.5%)
2	fear	4097 (14.3%)	496 (13.8%)	528 (14.7%)	5121 (14.3%)
3	happy	7215 (25.1%)	895 (24.9%)	879 (24.5%)	8989 (25.4%)
4	sad	4830 (16.8%)	653 (18.2%)	594 (15.3%)	6077 (16.9%)
5	surprise	3171 (11.0%)	415 (11.6%)	416 (11.6%)	4002 (11.2%)
6	neutral	4965 (17.3%)	607 (16.9%)	626 (17.4%)	6198 (17.3%)
合計		28709	3589	3589	35887

FER2013データセットのデータ数

26

FER2013データセットについて



データセットに**日本人、年配、眼鏡あり**等の顔写真データを追加し、顔として認識させる確率を向上させる。

その上で笑顔と判断できるものは笑顔としてタグ付けを行い、笑顔と認識できる比較データを増やすことにした。

実験は成功し、年配の方の笑顔でも、判定が厳しくなり過ぎないようにチューニングを行った。

(眼鏡検出はまだ難しいため、さらにチューニングは必要かも)



組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

27

ガチャ筐体の強化



3Dプリンタを使用してガチャ筐体の設計を検討。
ハードの強度と、ハンドル回転のコントロール精度向上が課題。

壁面をメッシュ状にして軽量化、分解できるようにして、中にモーターやRaspberrypiを入れられるように設計する。

現状、出力はしてみたが、失敗している。
設計ノウハウが足りていない。

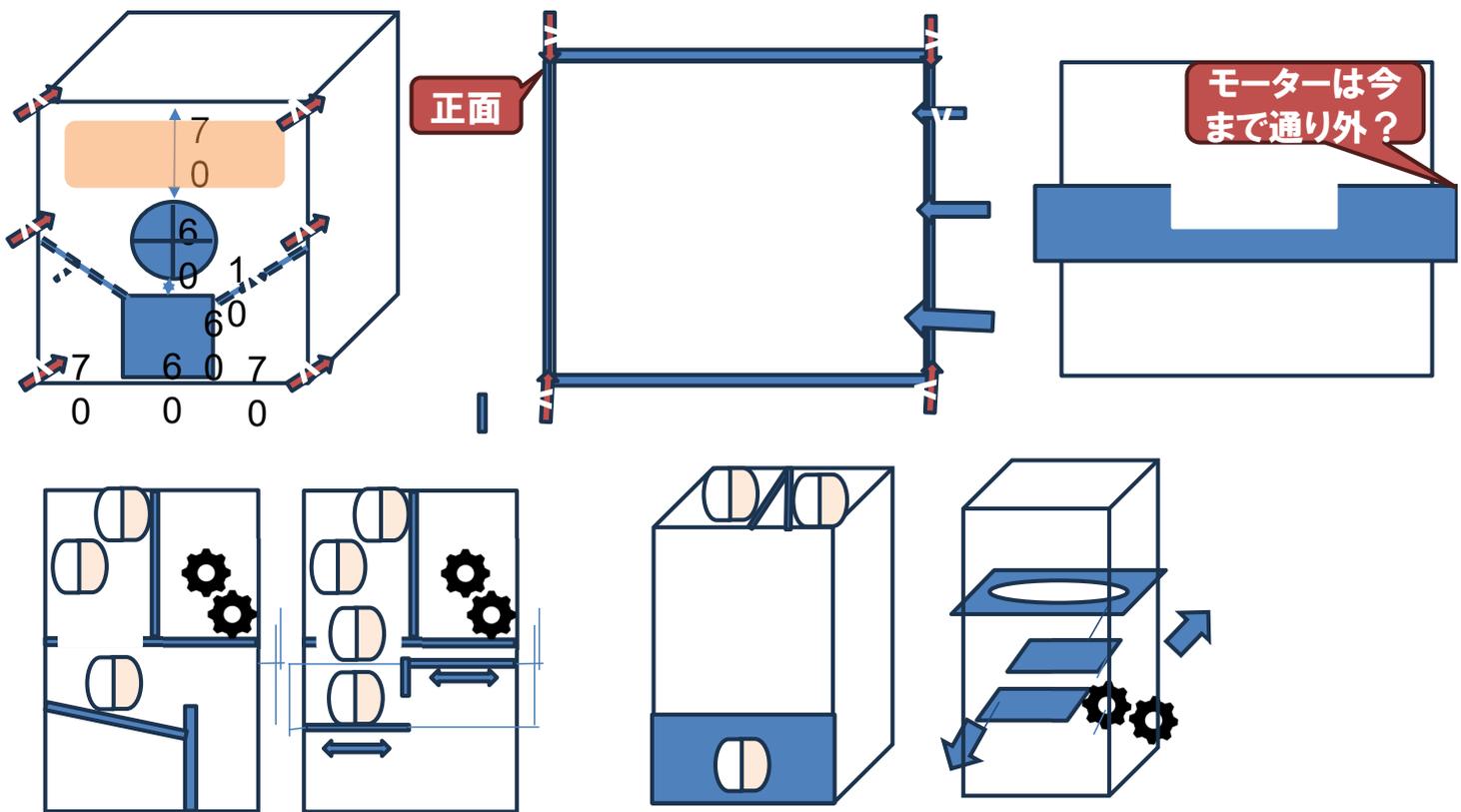
**是非ノウハウのある方、ご協力ください。
本日ブースで失敗作も公開しています。**



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

28

3Dプリンタを使用したガチャ筐体の設計



今後の活動について



2024年後半は新たな共同活動を計画中。

「笑顔のメリット、笑顔で健康」をテーマに、
介護施設や大学での実証実験を検討する。

年明け頃には、島根大学の研究室と協力し、共同実験を行う予定。

アウトプットがわかりやすくなったため、複数人が存在する空間で
「空間全体の幸せ度」を観測できないか、という考察があり、実証
実験でインプット、アウトプットともに試していく予定。

介護施設のレクリエーション、大学の講義等で、
感情の可視化や、多人数で人とのつながりを意識できるアウト
プットについて考える





スマートライフWGと一緒に活動してみませんか？



© Japan Embedded Systems Technology Association

31

スマートライフWGからのお願い



スマートライフWGへの依頼事項お待ちしております。

- こんなもの作って、試してみしてほしい。
- こんなセンサあるけど使ってみてほしい。
- こんなIoT PF使ってみて、使用感を教えて欲しい。
- こういうことやりたいんだけど、一緒にやってもらえない？
などなど



© Japan Embedded Systems Technology Association

32



【EdgeTech+2024・スマートライフWG】

2024/11/22 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03-6372-0211 FAX: 03-6372-0212
URL: <http://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA) が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。



© Japan Embedded Systems Technology Association

33

Backup



© Japan Embedded Systems Technology Association

34