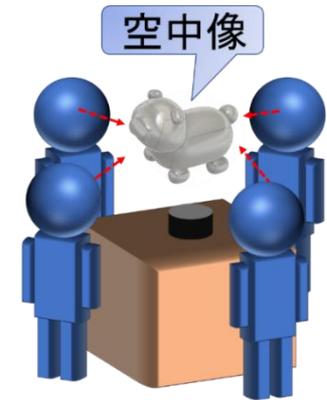


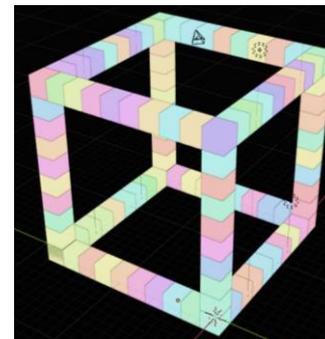
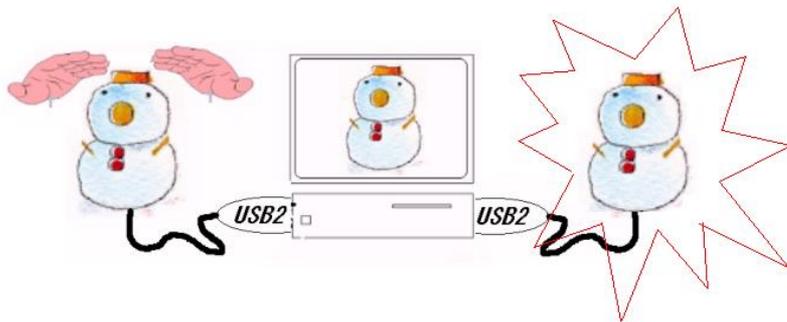
3Dバーサライタの製作web版

堀江 太成 土井 滋貴

奈良工業高等専門学校 (7cw)



- はじめに
- 初期型3Dバーサライタ
- いくつかの3D表示
- 改良型3Dバーサライタ
- まとめ



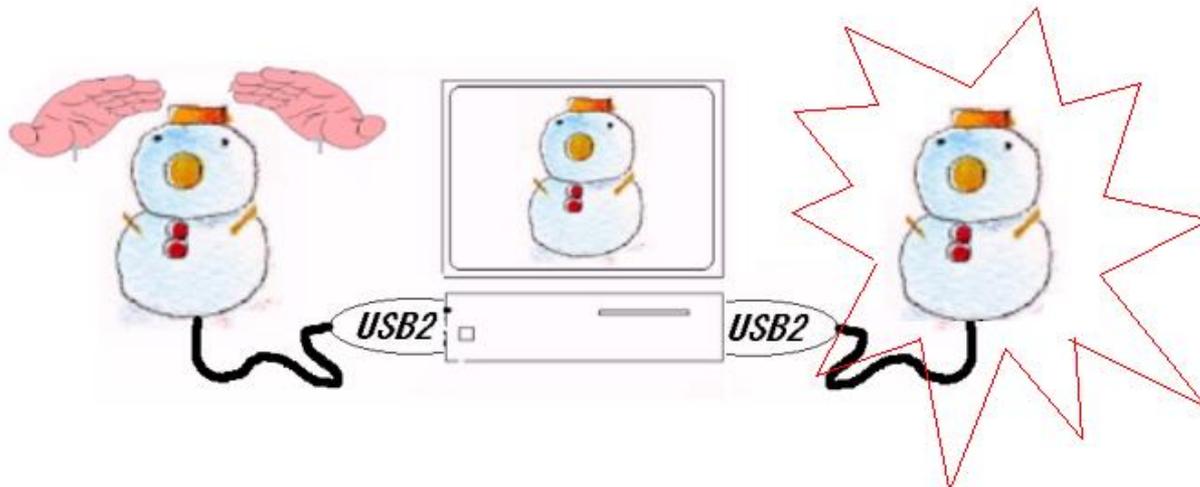
3Dバーサライタ@doilab.net:

<https://doilab.net/web/doilab/lab2012/3dv/index.html>

はじめに 真の3Dインターフェースとは

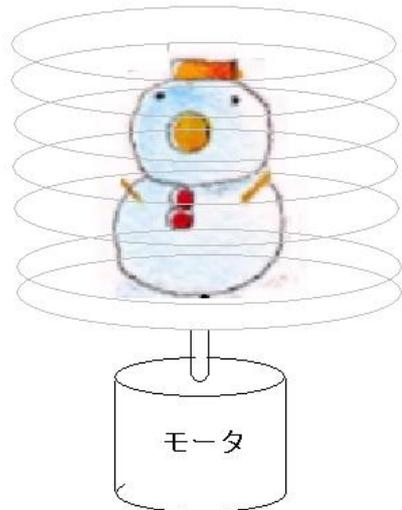
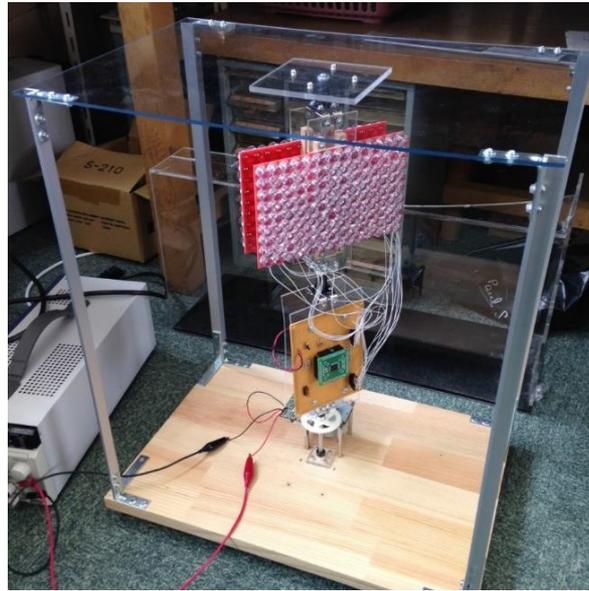
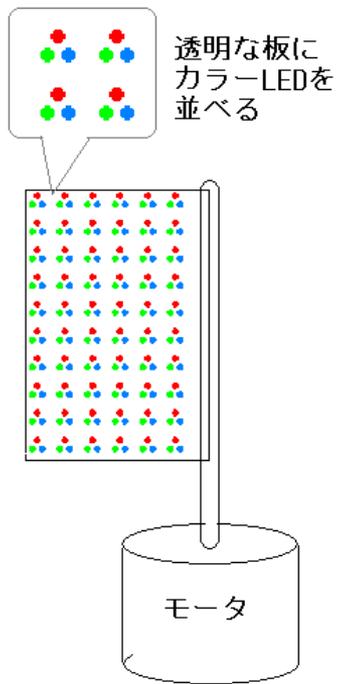


VR や AR でなく
直接 ひととインターフェースする。

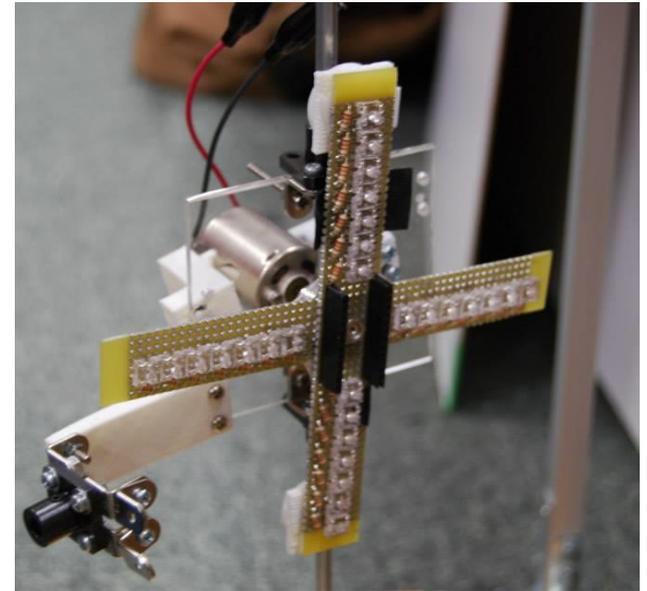


先行製作:初期型3Dバーサイタ

1 軸回転型



2 軸回転型

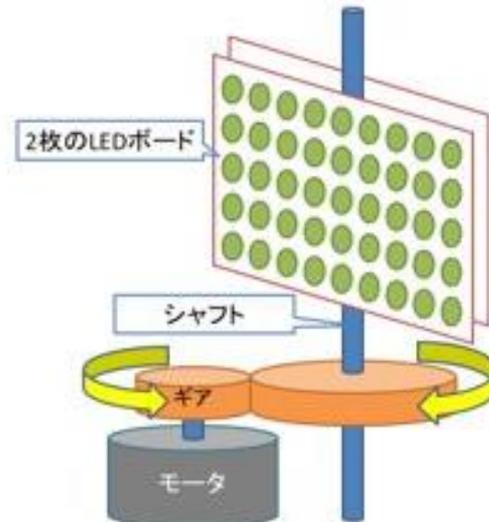
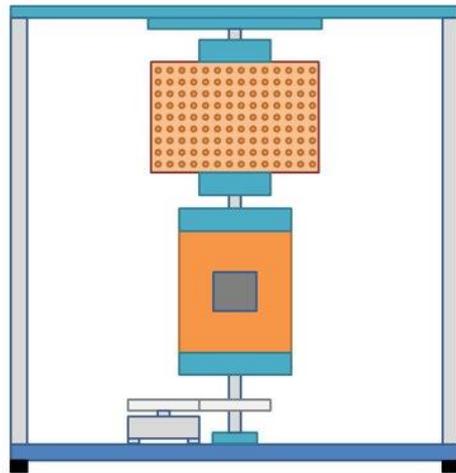
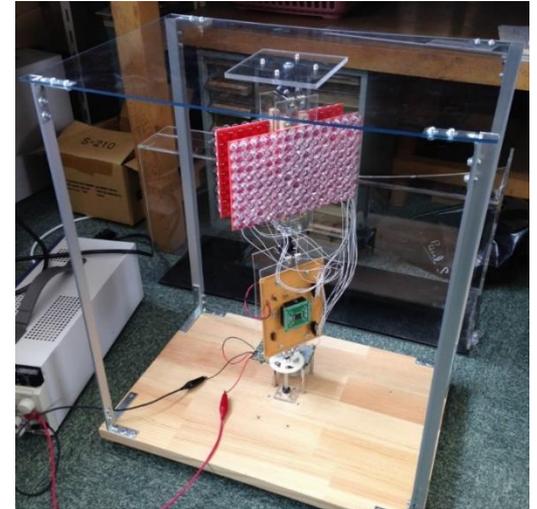


先行製作:初期型3Dバーサイタ

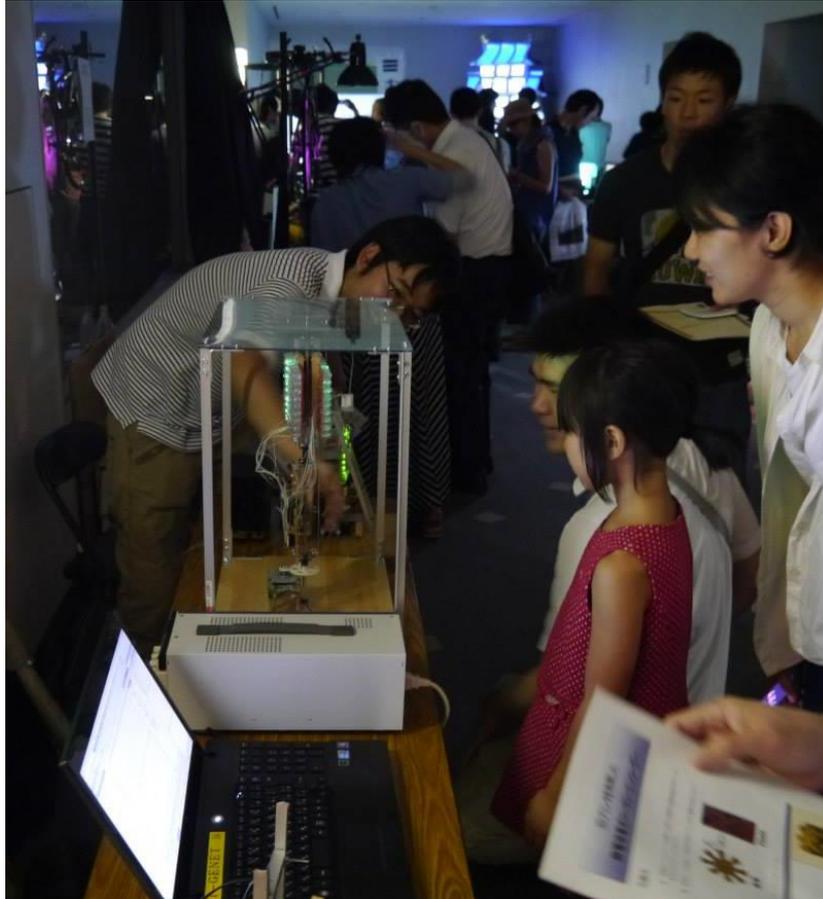
- 大トルク・少駆動音であるブラシレスモータを使用
- モータの回転数は約1530rpm
- ギア比は50:16で500rpm(8回転/秒)程度に減速
- 9行×14列、合計126個のLEDを使用



- LEDキューブ等よりは解像度を得ることができる
- 回転機構の作り込みが必要
- 3Dデータの変換方法が必要



先行製作:初期型3Dバーサイタ 評価



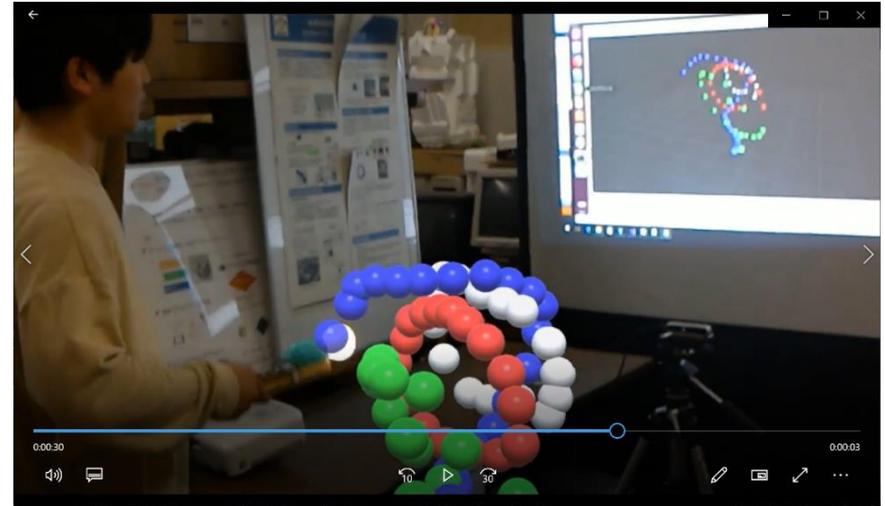
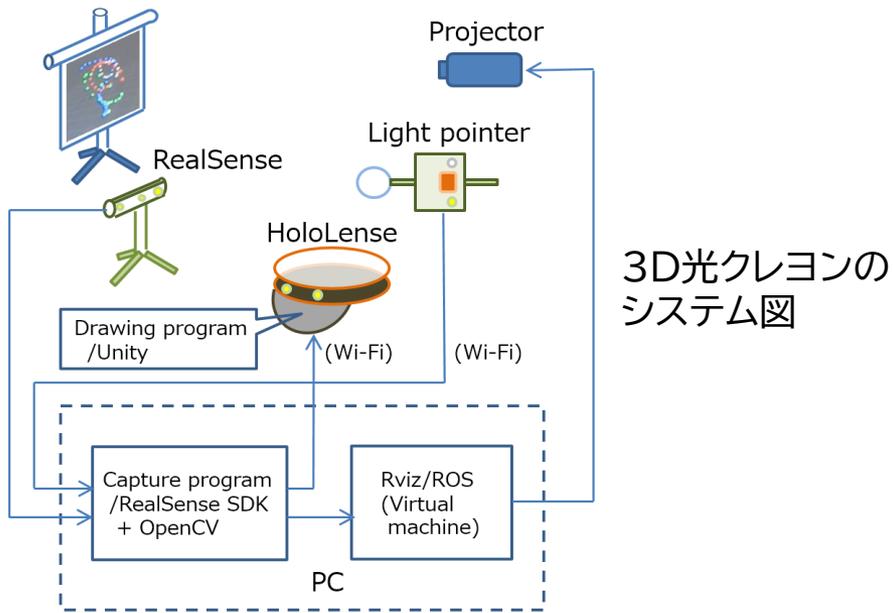
Ogaki Mini Maker Faire2014

Ogaki Mini Maker Faire2014など、
科学・ものづくり系の
イベントにいくつか出展した。

そこでは、
「遠くからも良く見えていた」
「文字は出ないのか」
「一色しか光らないのか」
などの意見をいただいた。
一定の評価が得られたと思われる。

これらを解決するには
結構壁があるので
一旦開発を中断した。

異なるアプローチ～3D光クレヨン为例に

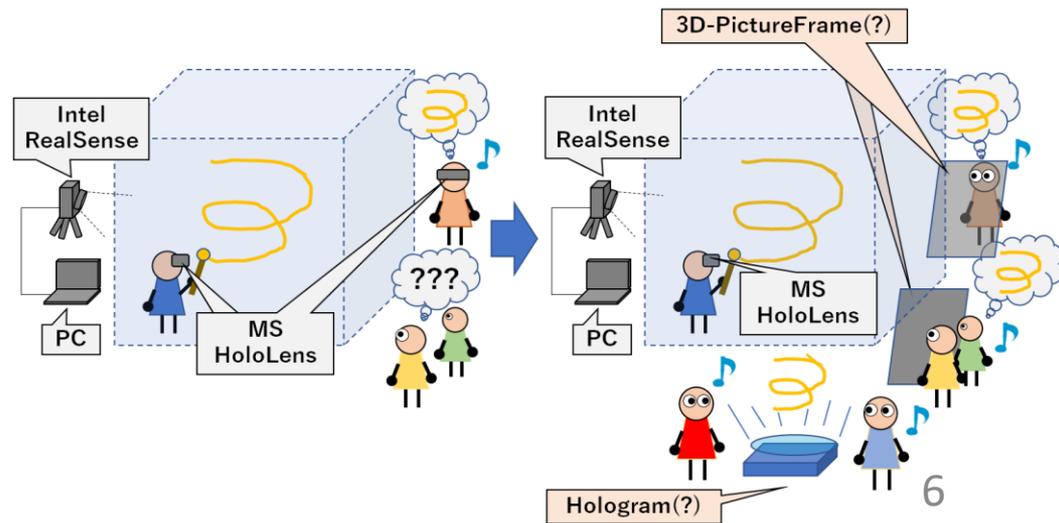


ARグラスから見える実空間に追記された3D像



2019年12月ゲーム学会第18回全国大会にて

○見えてきた課題



異なるアプローチ～見えてきた課題

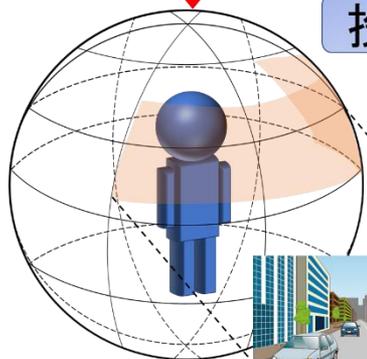
3D表示方法の種類

① 観察者の周囲を映像で取り囲む方法

VR



AR

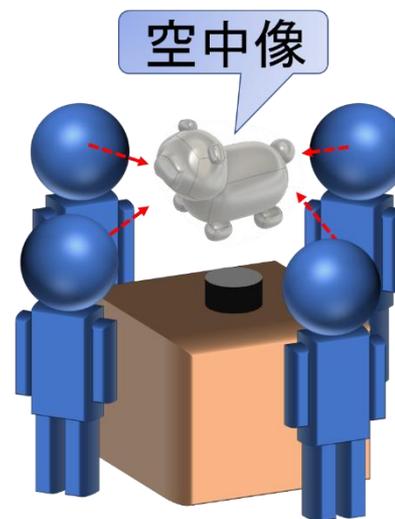


投影図

観察図

観察者が一人

② 立体映像の周りを動いて様々な角度から眺めることができる方法

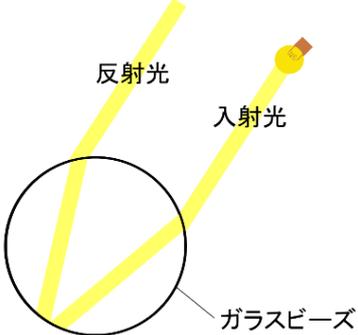


空中像

観察者が多数で同時に観察できる

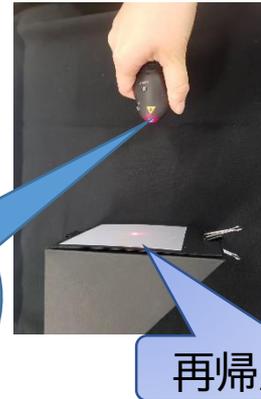
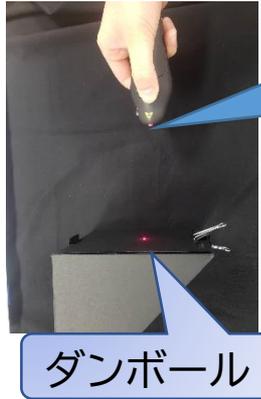
異なるアプローチ～再帰反射による3D表示

・再帰反射とは ～入射した光が再び反射方向へ帰る反射現象

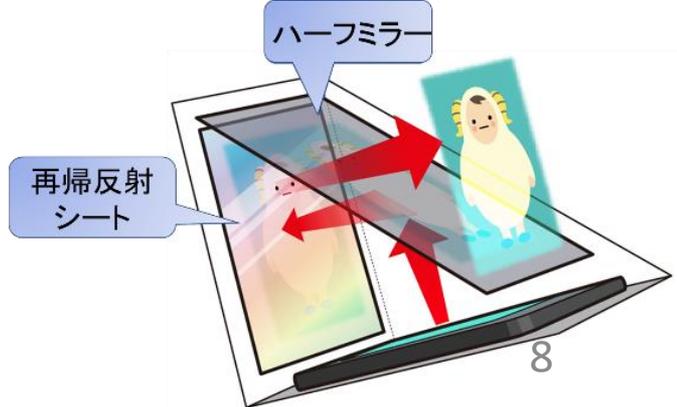


・ 入射してきた光はビーズにより屈折と鏡面反射
↓
光の入射してきた方向に反射

- ・ ダンボールに照射すると光ポインターの先は光らない
- ・ 再帰反射シートの場合、光ポインターの先に反射光を確認
- ・ 角度を変えて、照射しても光源近くに再帰反射する

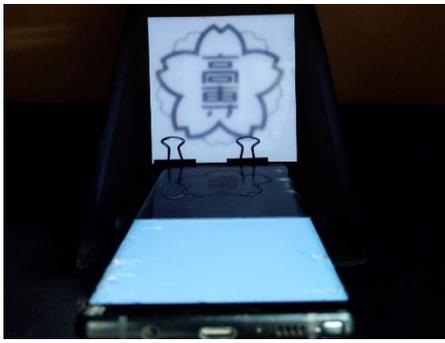


・再帰反射シートとハーフミラーによる空中投影装置
ハーフミラーによる反射と再帰反射シートを使った再帰反射により空中で結合して空中像を作成

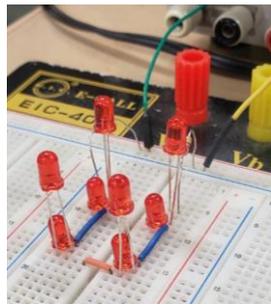
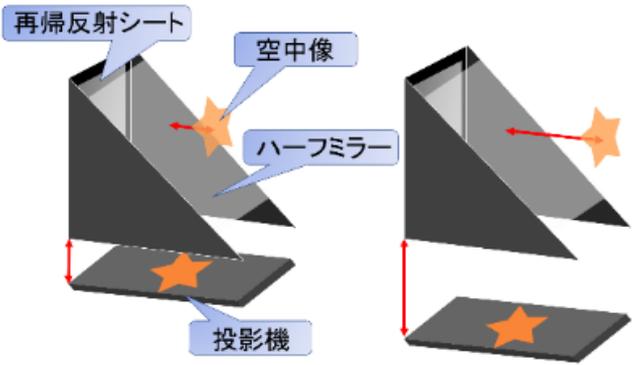


異なるアプローチ～再帰反射による3D表示

- 空中像が確認できた



- 立体の投影



投影機からの光源の距離を変化



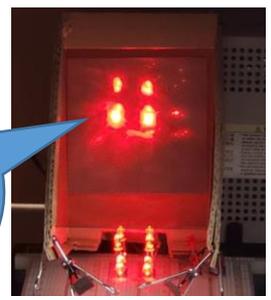
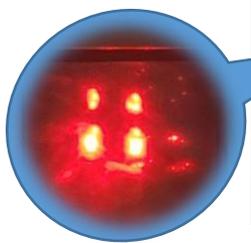
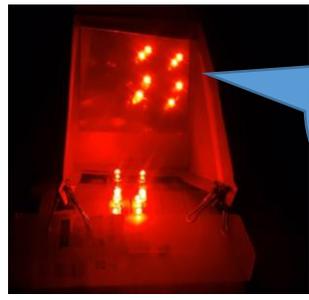
空中像の距離も変化？

(LED(8個)で立方体を空中に表示)

奥行き(距離感)を確認できた



立体的な光源を反射させる方が
空中像も立体的に見える



- 空中に立体を投影することはできるが、投影の元になる立体像は別途作成する必要がある。
- 視点の位置に対応するが、確認できる場所に制限がある。

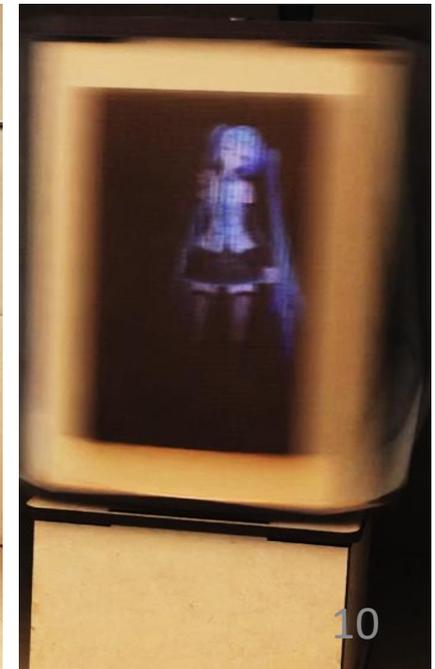
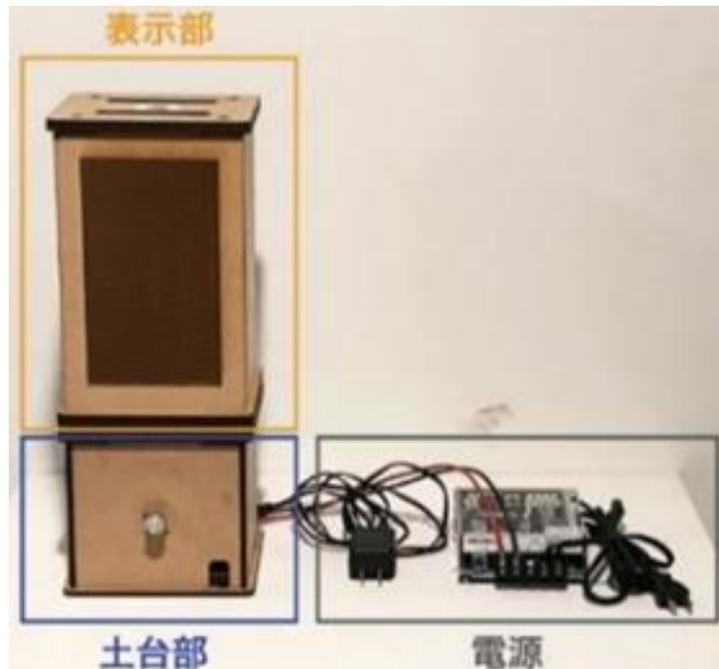
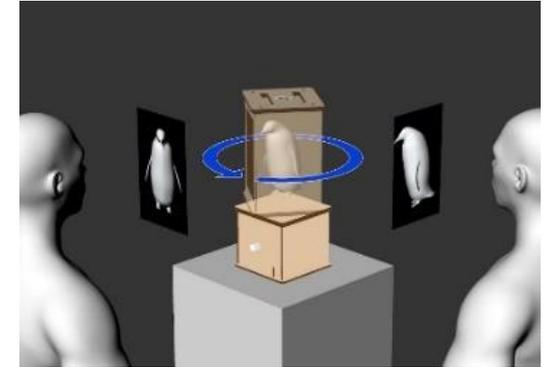
異なるアプローチ～全周観測型立体ディスプレイ 「エポメトロープ」

情報科学芸術大学院大学(IAMAS) 三木豊氏 開発 2020年

<https://note.com/katayukimi/n/n82b9818dea13>

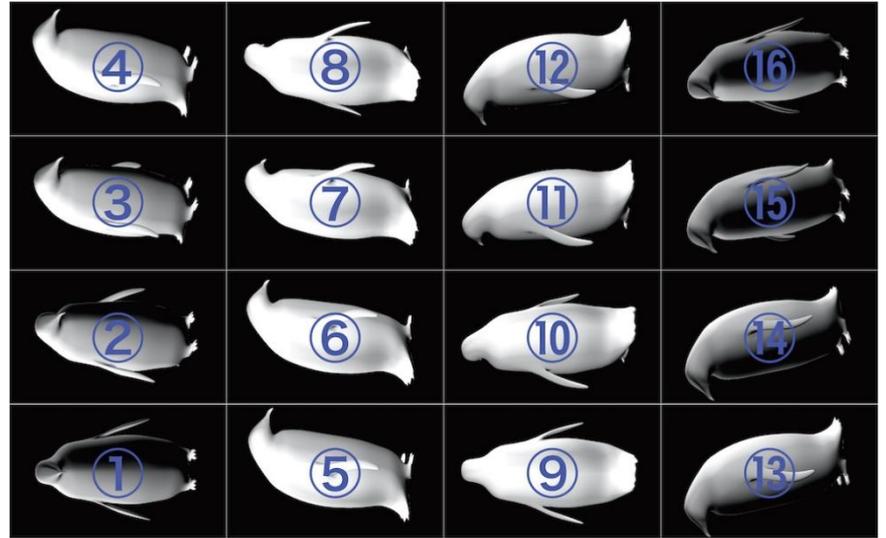
<https://github.com/yutaka-miki/Epometrope>

- 16分割された360° 観察可能な立体像を表示する
- 2枚のディスプレイを回転させ、対応した角度の画像を表示
- 評価～キットを入手し、製作し表示させた。

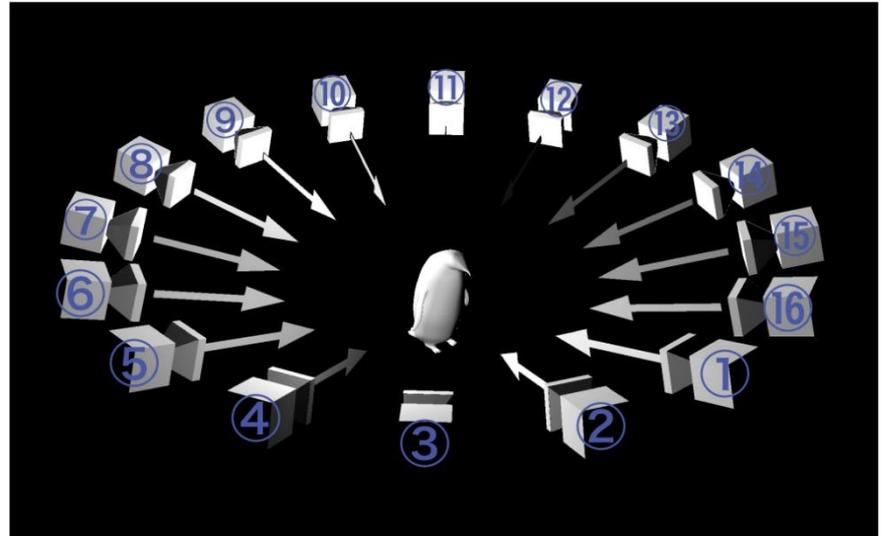


異なるアプローチ～全周観測型立体ディスプレイ「エポメトロープ」

- 評価
コンテンツの構成方法も含め非常に完成度の高いシステムであるが、右図の原理解説図からもわかるように縦方向の視差は実現されていない。また、立体内部についても表現できない。



再帰反射、エポメトロープとも意図している性能は得にくそうなので今一度3Dバーサライタを再構築することにした。



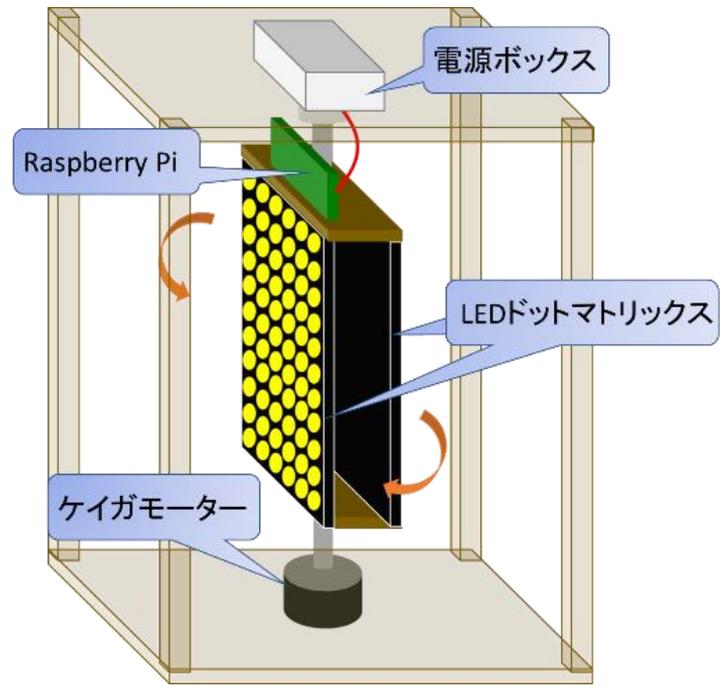
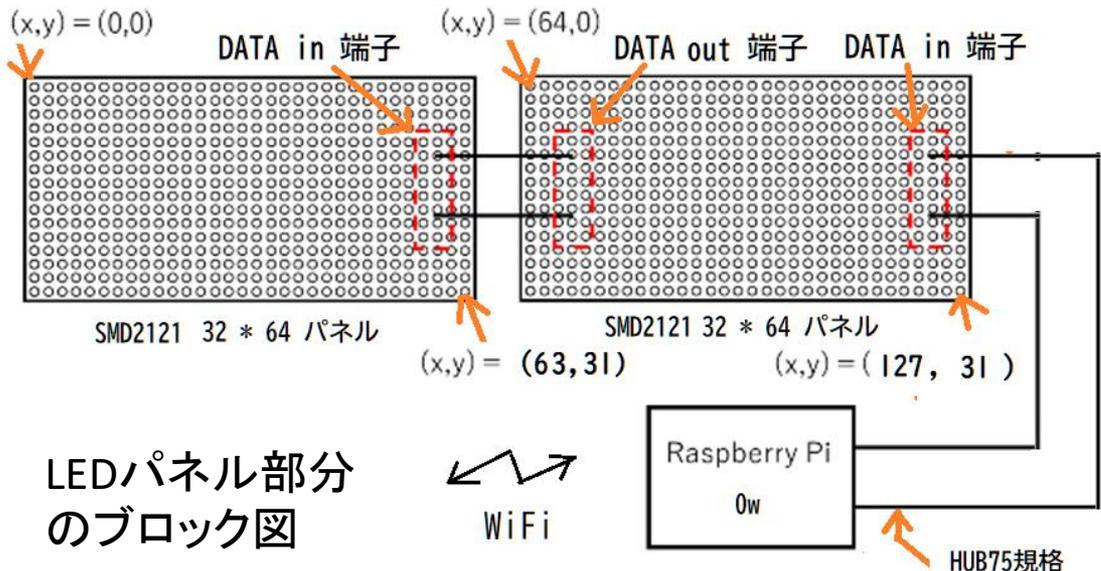
改良型3Dバーサイタ

最近のパーツを使って再構築する。

- ・ LED表示パネルの高密度化 9×14 → 32×64
解像度の向上
- ・ 制御マイコンの変更 ATmega1284p → RaspberryPi0
WiFi搭載 ~外部からのデータ入力が可能になる
- ・ 回転駆動機構の変更 ケイガンモータ ~速度制御が簡単に可能になる



LEDパネル
4mmピッチ
32×64個 2枚



全体構成

改良型3Dバーサイライタ

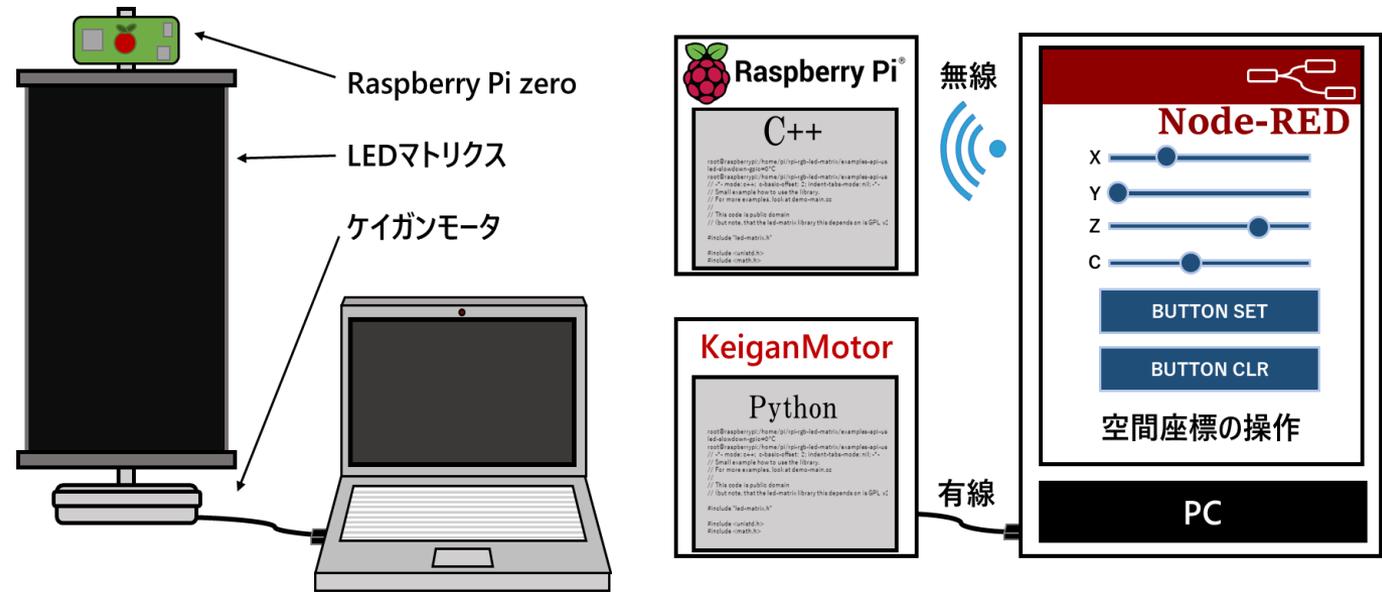
・PCとの連携

WiFi経由の通信が可能になったので、PC側から3Dデータを送信することが可能になる。
例えば3DデータをPCに準備したNode-REDのdashboardからGUIを使って制御できる。

回転の制御はケイガンモータとPCを有線で繋ぎ行う。
回転速度は6[回転/秒]程度を利用している。



3Dバーサイライター



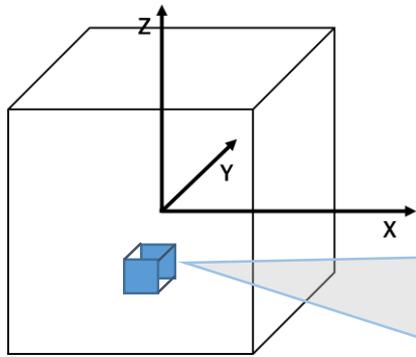
3Dバーサイライターの周辺の概略図

改良型3Dバーサイライタ

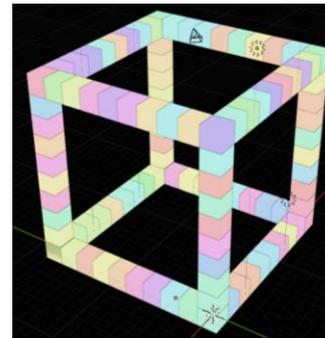
・立体データの構成

- ・3Dバーサイライタに表示する表示単位(ボクセル)は一定サイズの光のキューブで構成する。
- ・キューブの配置はバーサイライタの回転範囲内で座標指定する。
- ・XYZの座標は $10 \times 10 \times 10$ の 1,000ボクセル。
- ・色は7色表示できる。

➡これらを指定することで任意の形を作ることができる。



表示単位のキューブについて



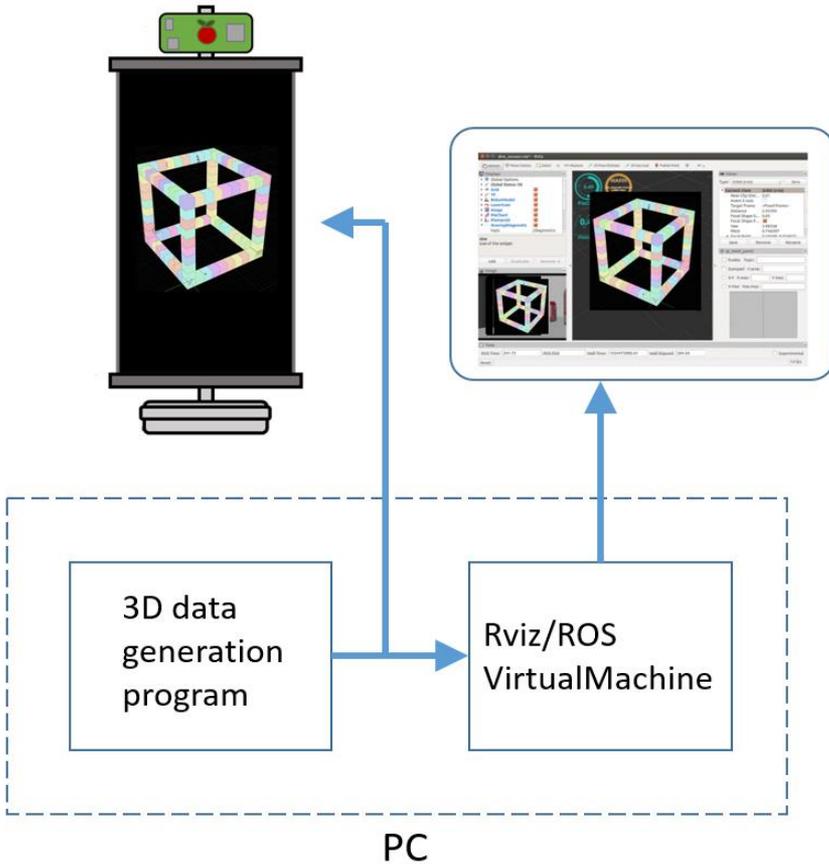
キューブで構成された立体物の表示

改良型3Dバーサライタ

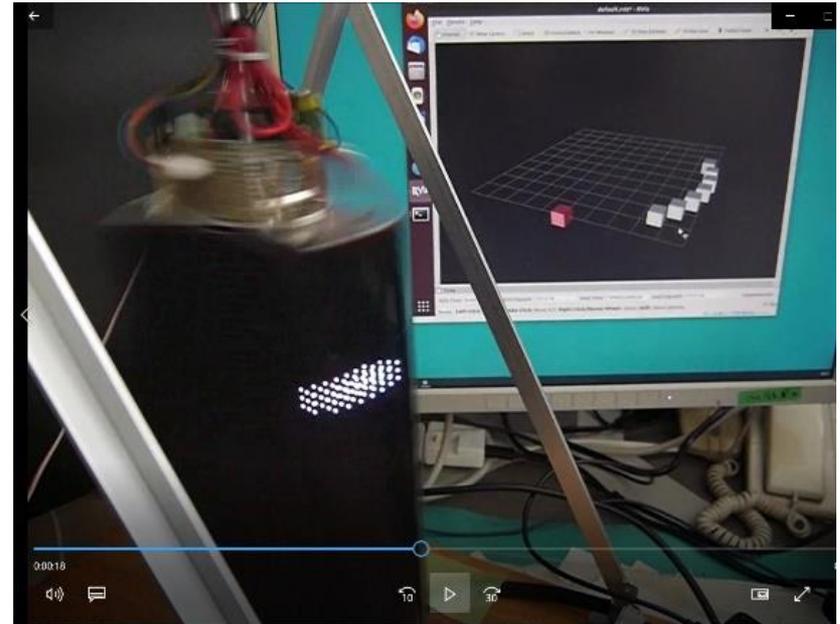
・他の3D表示ツールとの連携

ROSの3DビューアのRvizと連携して並列に表示。

3D Persistence of Vision



並行表示のブロック図



並行して表示している様子

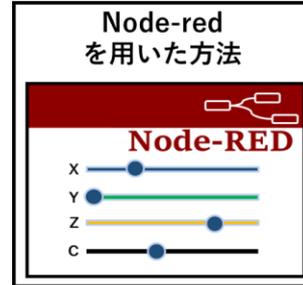
<https://doilab.net/web/doilab/lab2012/3dv/P1130486.MP4>

改良型3Dバーサイライタ

- ・他の3D表示ツールとの連携
3DCADや3DCG、3Dアニメーションツールとの連携

Node-redを用いた

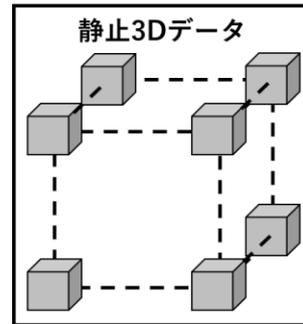
⇒座標を動かすノードを作成し、導入することで、キューブを動かす。



座標を動かすノード

静止3Dデータの導入

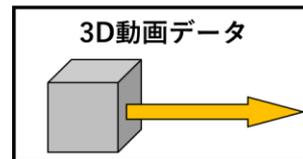
⇒STLファイルを解析し、座標データなどを抽出して、バーサイライタに反映させる。



.stl

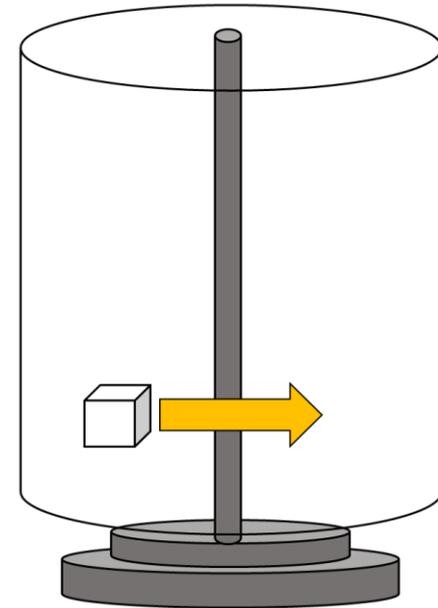
3D動画の導入

⇒FBXファイルを解析し、座標データを抽出して、バーサイライタに反映させる。



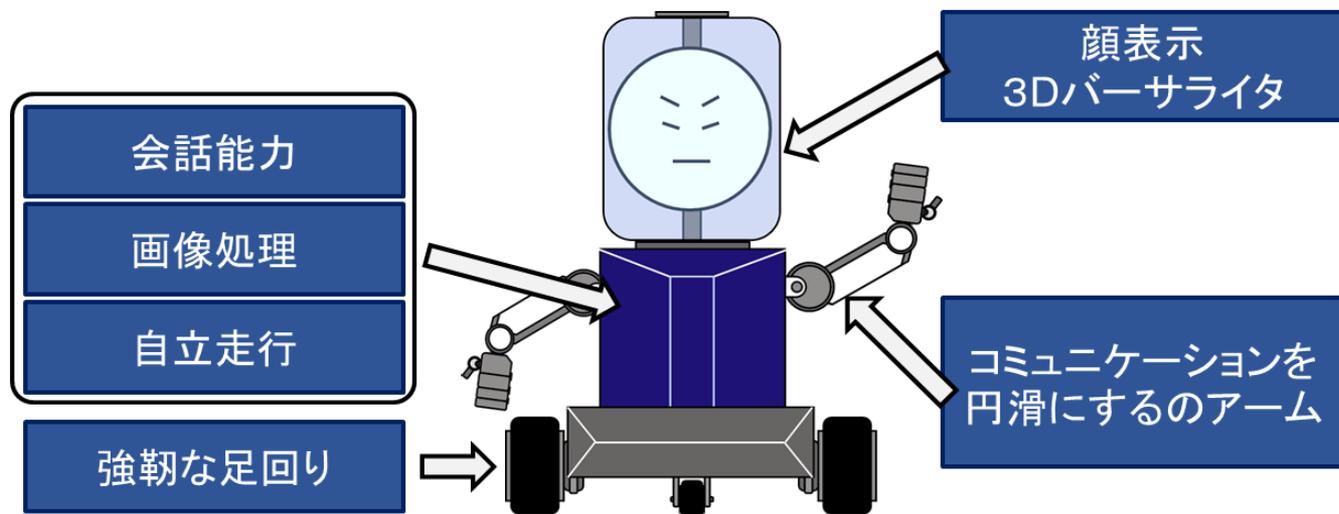
.fbx

3Dバーサイライタに表示



既存の3Dツールからの
データのインポート

3Dバーサライタの応用 「手つなぎ顔ロボット」の提案



手つなぎ顔ロボットは、3Dバーサライタによる顔表示と画像処理やSLAMを用いた次世代のソーシャルロボットです。

3Dバーサライタによる顔の投影で、感情の表現や口の動きを伝えることや、後ろ姿も表現することで、使用者とのコミュニケーションを円滑にすることが可能です。三次元映像を活用して、エンターテインメント性あふれる映像を表示させ、人を楽しませてくれます。

画像処理の自立走行を使い、使用者に追従することで散歩を行えます。自宅など頻繁に行き来する場所ではSLAMを用いてマッピングし、効率よく行動を行うことができます。

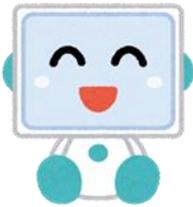
取り付けられたアームによって顔だけでなく身振り手振りで言葉を表現することが可能です。散歩で手を繋いだり、ものを持ち運ぶこともできます。

子供の遊び相手にもなりますし、高齢者と会話を交わしながらの介護にも役に立つことができます。

3Dバーサライタの応用 「手つなぎ顔ボット」の概要

手つなぎ顔ボットは今までのソーシャルロボットの要素を盛り込み、なおかつ顔表示によって使用者とのコミュニケーションを円滑にすることができる。細かい表情が感情豊かさを表現し、言葉だけでは伝わらない人間らしさを示すことができます。

会話で人に寄り添う
ソーシャルロボット



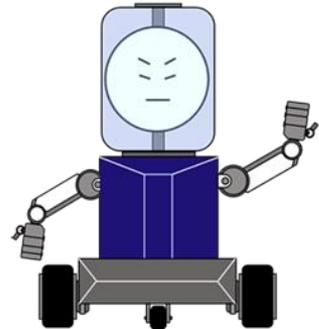
人の行動に寄り添う
ソーシャルロボット



顔表示による
豊かな表情

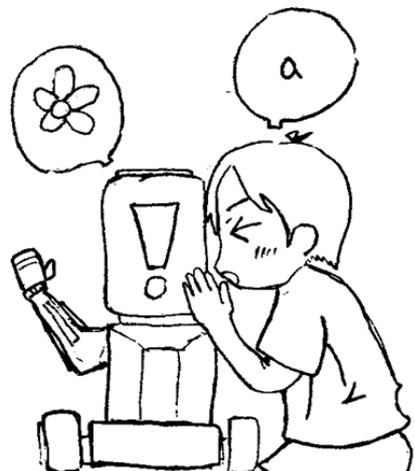


人の生活に寄り添える
ソーシャルロボット



顔を表示しながらの会話

顔表示されているので、会話
に対しての反応を示してくれます。



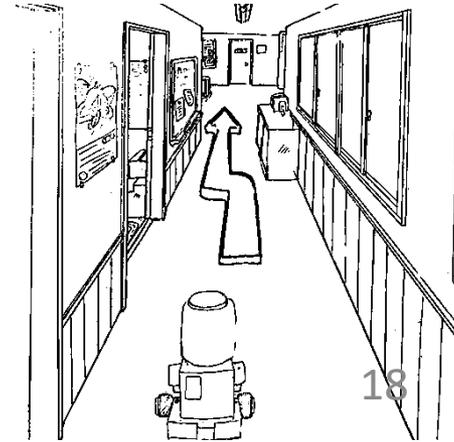
画像処理を用いた自立走行

野外で活動する場合、画像処
理を用いた自立走行で、人に追
従し行動に寄り添います。



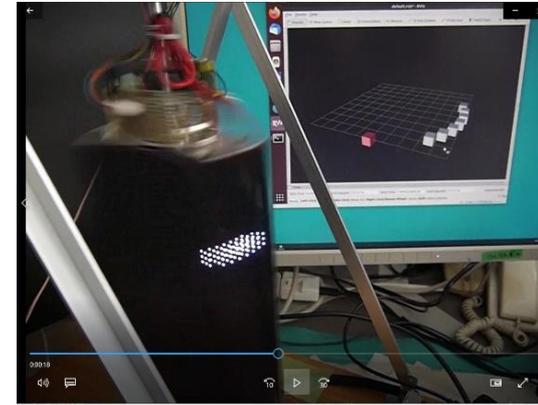
SLAMを用いたマッピング

SLAMを用いてマッピングを行い、
生活空間を把握し、地図データに
ない障害物を避けます。



まとめ

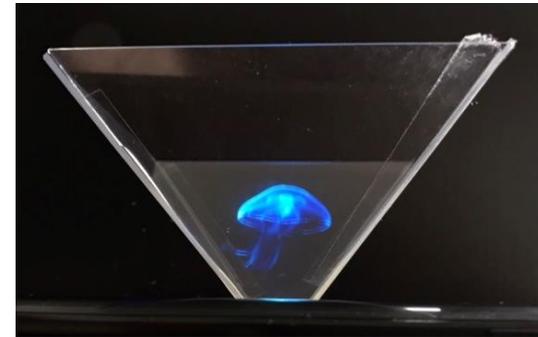
- 32*64個のLEDマトリクスパネルを使って
10×10×10ボクセル程度の立体表示を実現する
バーサイタを応用したディスプレイを試作した。
- いくつかの空間表示方法について試行した。
 - ・再帰反射を利用したもの
 - ・エポメトロープ



改良型3Dバーサイタ

- 改めて3D表示を考える
人間の視覚にとって、いろんな意味で
3D表示・3D認識は弱い（それほど重要ではない）
印象を持った。

- ・一般的な必要性が弱い(?)。
 - ・3Dテレビが普及しなかった
～2009年に「アバター」が3D映画としてヒット
しかし2017年ころには3Dテレビは消滅。
 - ・VR、ARゴーグルも幅広く広まっているとはいえない。
- ・3Dに対する感覚が他の指標（輪郭、色）に比べると弱い(?)。
 - ・疑似3D映像とそうでないものとの区別がつきにくい。
～アクリル板を使った簡易立体表示も
なかなか立体ではないと説明しても納得してもらえな。
- ・理由としてはもともと視覚は立体を直接捕えていないから(?)。



アクリル板を使った
簡易立体表示