

2017年5月23日

JASNAOE春季講演会

Kinect v2センサを用いた 3DViewerの 非接触閲覧システムの開発

サノヤス造船株式会社（九州大学工学府） 永井孝志郎
九州大学工学研究院 木村 元

発表の概要

本研究の背景と目的

システムの概要

シミュレーション実験と結果

今後の展望

成果と今後の課題

本研究の背景

➤ 研究背景

➤ 造船所ではあらゆる**作業の効率化**が求められている

➤ 効率化によって…

- 工期短縮による人件費の削減
- 作業ミスの減少による資材の節約
- 連続した長時間の作業による事故のリスク回避
etc...

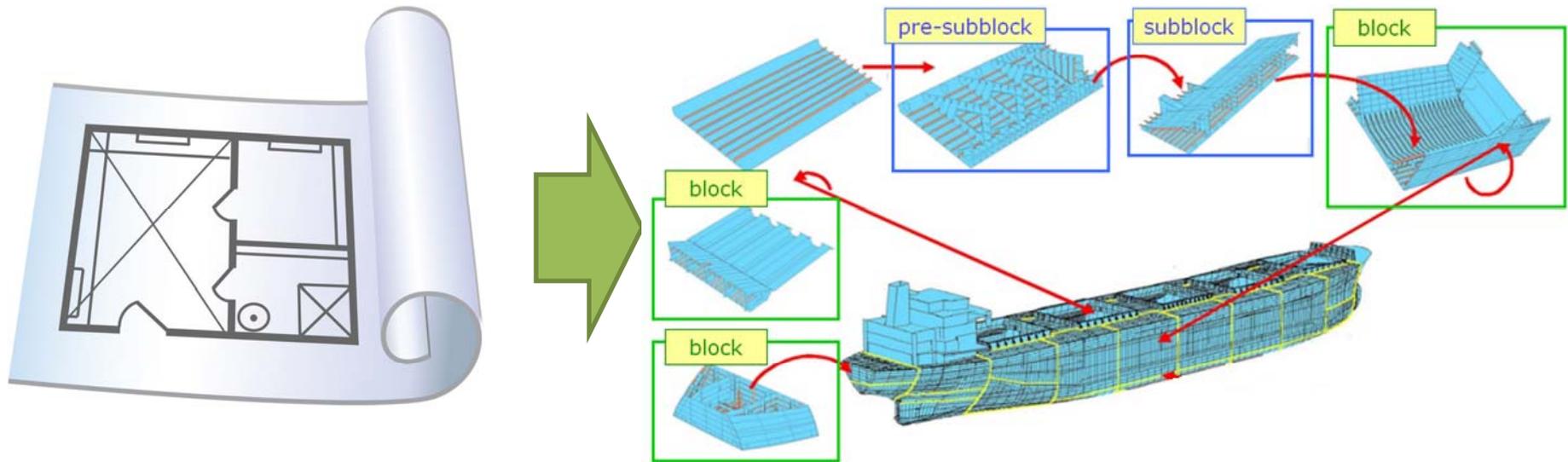


本研究の背景

➤ 研究背景

➤ 造船現場の工程確認と設計図面のデータ化

➤ 紙面からPCやタブレット端末を介した3Dデータへの移行

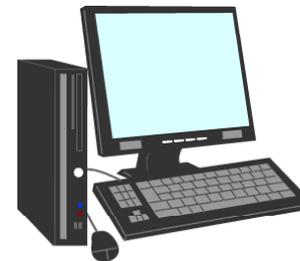
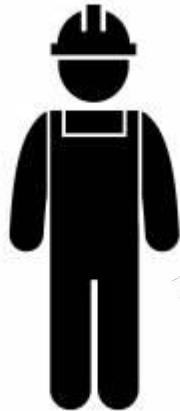
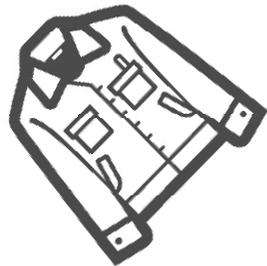


- 設計—現場間の意思疎通が容易になる
- 図面の情報をより理解しやすくなる
- 作業指示や作業報告を端末を介して行うことで
迅速に新たな作業指示や進捗状況のリアルタイム把握が可能

本研究の背景

➤ 研究背景

装備の着脱やディスプレイに近寄る
作業の非効率化が問題



本研究の目的

➤ 研究目的

- 作業着やその他装備（ヘルメット、マスク、手袋etc...）を外すことなく、非接触での3Dモデルの確認や操作を
直感的な動作で行うことができるシステムの構築を目指す



現場作業支援システム



発表の概要

本研究の背景と目的

システムの概要

シミュレーション実験と結果

今後の展望

成果と今後の課題

システムの概要

➤ Kinect v2について



Kinect v2		
色	解像度	1920×1080
	fps	30[fps]
深度	解像度	512×424
	fps	30[fps]
深度取得範囲		0.5~8.0[m]
角度	水平角度	70[°]
	垂直角度	60[°]

特徴

- 販売価格はおよそ2万円と非常に安価
- 人体の位置や骨格、動き、声、顔を認識することができる
- モーションキャプチャ時に被写体のマーカーやトラッカーが不要
- v2から指先の骨格を認識可能になったことで
手の開閉状態を検出できるようになった

システムの概要

➤ 先行技術

- 手術室向け非接触型画像操作システム

Opect



- 医療系非接触閲覧システム

iKINESYS



本研究ではこれらとは差別化
造船所の作業現場向けに開発を行う

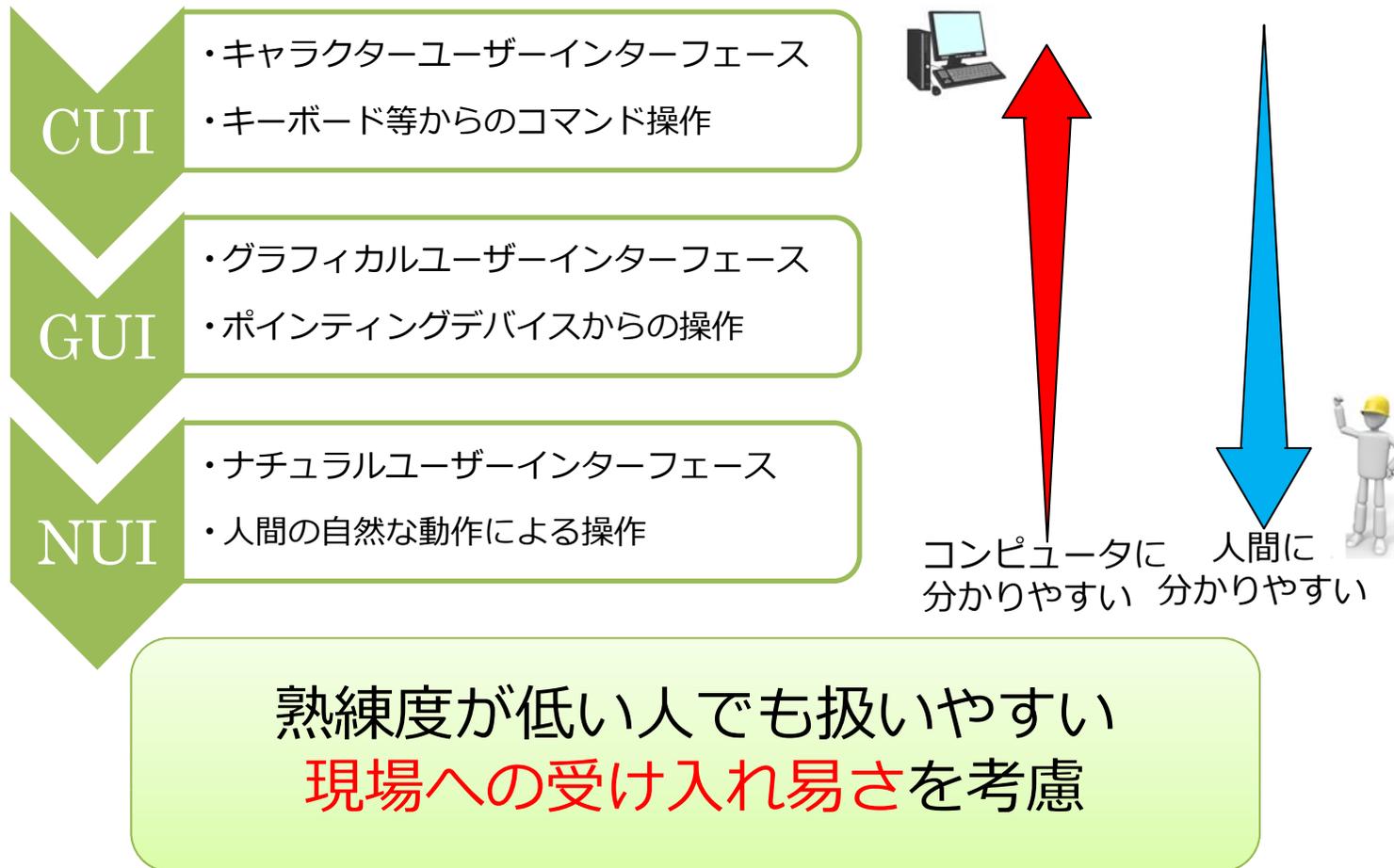


Opect使用中の様子

<http://www.nichiigakkan.co.jp/service/medical/category/hospital/opect.html>

システムの概要

➤ UI (User Interface) について



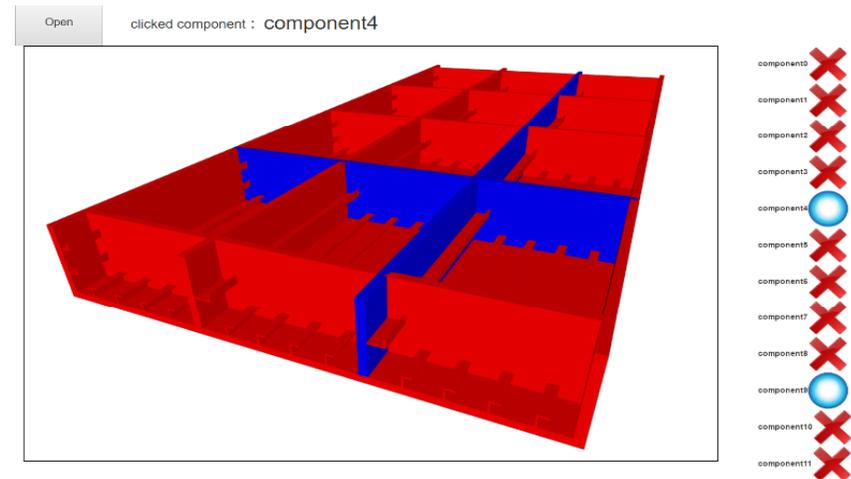
システムの概要

➤ 開発したシステム

➤ 大きく分けて2つ



ジェスチャ入力システム



3DViewer

システムの概要

➤ ジェスチャ入力システムの構成

➤ 開発言語 C#を用いて自作した

➤ ライブラリとして

➤ Kinect SDK ver2.0

➤ WPF(Windows Presentation Foundation)を用いた

➤ WPFとは

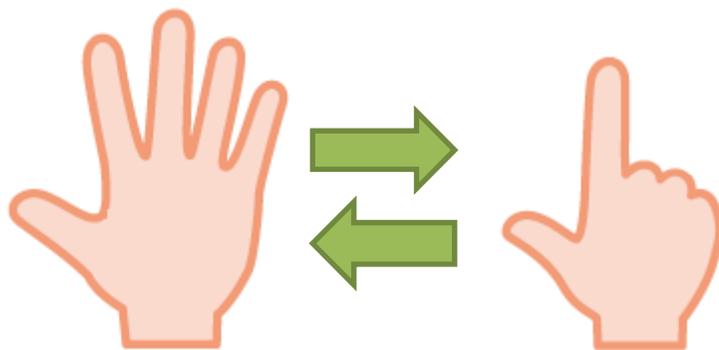
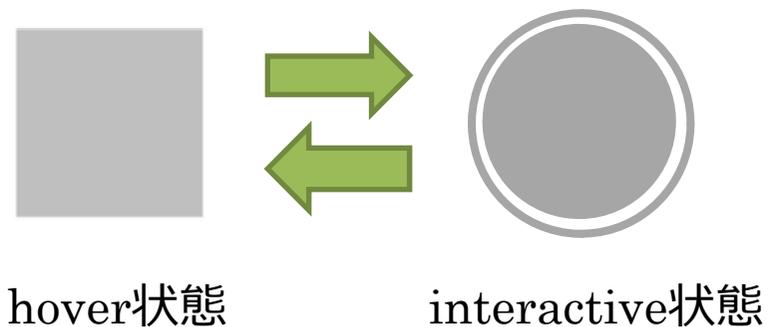
➤ .NET Framework 3.0以降に標準搭載されているUI開発ライブラリ

➤ Windows上でUIのデザインをレイアウトできる特徴を持つ



システムの概要

➤ 本システムの操作方法



マウス操作	ジェスチャ操作
クリック	手をパーの状態から人差し指を掲げる状態に移行し、パーに戻す
ドラッグ	手をパーの状態から人差し指を掲げた状態を維持したまま手の座標を移動させる

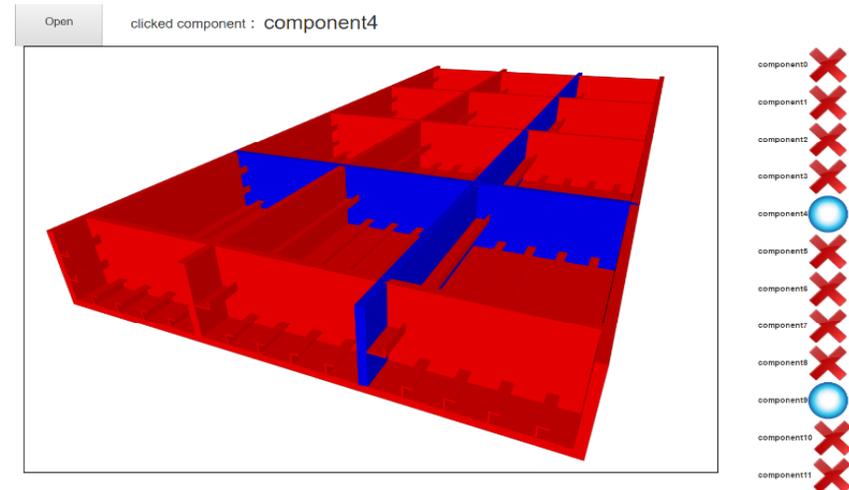
システムの概要

➤ 開発したシステム

➤ 大きく分けて2つ



ジェスチャ入力システム



3DViewer

システムの概要

➤ 3DViewerについて

➤ 開発言語JavaScriptを用いて自作した

➤ 機能：部材情報を引き出す、進捗情報の入力

➤ ライブラリとして3Dモデルの表示にX3DOMを用いた

➤ X3DOMとは

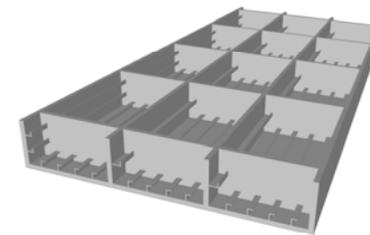
X3DファイルをWebGLでレンダリング

(データ記述言語や文字データを
画像や映像などに視覚化)

するためのライブラリ

```
<transform translation="-0.5 0.27 0">+
<shape def="component3">+
  <appearance>+
    <material diffuseColor="1 0 0"></material>+
  </appearance>+
  <box size="0.05 0.5 6.4"></box>+
</shape>+
</transform>+

<transform translation="0.5 0.27 0">+
<shape def="component4">+
  <appearance>+
    <material diffuseColor="1 0 0"></material>+
  </appearance>+
  <box size="0.05 0.5 6.4"></box>+
</shape>+
</transform>+
```



レンダリングを表した図

システムの概要

➤ 3DViewerの画面

部材No.

部材No.ごとの進捗情報

The image displays the 3DViewer interface. At the top left, there is an 'Open' button and a 'clicked component :' label with a dropdown arrow. Below this is a 3D model of a red structure. In the foreground, a Windows File Explorer window is open, showing a directory structure. To the right, a vertical list of components from 'component0' to 'component11' is shown. Each component has a red 'X' mark, except for 'component4', which has a blue sphere icon. A mouse cursor is pointing at 'component10'.

Component No.	Progress Status
component0	Not completed (Red X)
component1	Not completed (Red X)
component2	Not completed (Red X)
component3	Not completed (Red X)
component4	Completed (Blue Sphere)
component5	Not completed (Red X)
component6	Not completed (Red X)
component7	Not completed (Red X)
component8	Not completed (Red X)
component9	Not completed (Red X)
component10	Not completed (Red X)
component11	Not completed (Red X)

システムの概要

➤ 本Viewerにおいての3Dモデルの操作方法

操作	操作方法
3Dモデルの回転	片手でのドラッグ
3Dモデルの拡大	両手でのピンチアウト
3Dモデルの縮小	両手でのピンチイン
3Dモデルの平行移動	両手でのドラッグ

システムの概要

➤ 本Viewerにおいての3Dモデルの操作方法

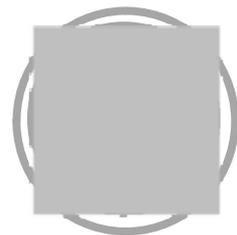
操作	操作方法
3Dモデルの回転	片手でのドラッグ
3Dモデルの拡大	両手でのピンチアウト
3Dモデルの縮小	両手でのピンチイン
3Dモデルの平行移動	両手でのドラッグ



システムの概要

➤ 本Viewerにおいての3Dモデルの操作方法

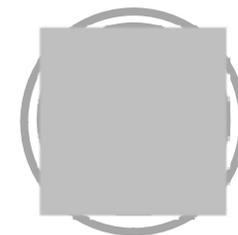
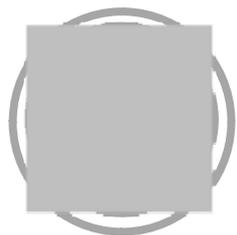
操作	操作方法
3Dモデルの回転	片手でのドラッグ
3Dモデルの拡大	両手でのピンチアウト
3Dモデルの縮小	両手でのピンチイン
3Dモデルの平行移動	両手でのドラッグ



システムの概要

➤ 本Viewerにおいての3Dモデルの操作方法

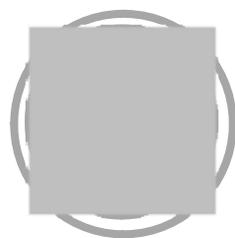
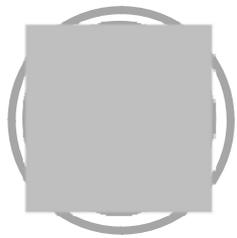
操作	操作方法
3Dモデルの回転	片手でのドラッグ
3Dモデルの拡大	両手でのピンチアウト
3Dモデルの縮小	両手でのピンチイン
3Dモデルの平行移動	両手でのドラッグ



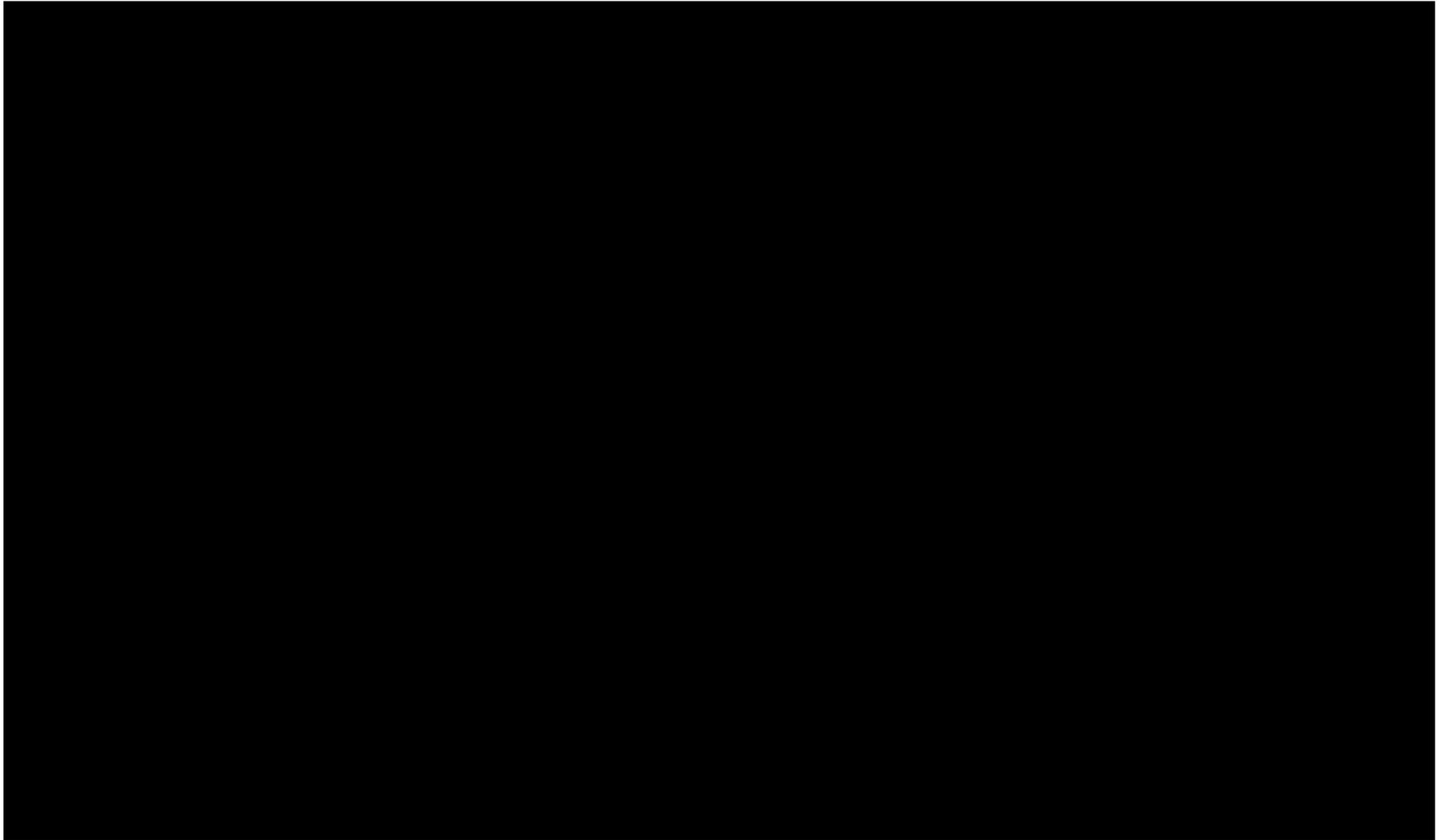
システムの概要

➤ 本Viewerにおいての3Dモデルの操作方法

操作	操作方法
3Dモデルの回転	片手でのドラッグ
3Dモデルの拡大	両手でのピンチアウト
3Dモデルの縮小	両手でのピンチイン
3Dモデルの平行移動	両手でのドラッグ



システムを動かしている様子



発表の概要

本研究の背景と目的

システムの概要

シミュレーション実験と結果

今後の展望

成果と今後の課題

シミュレーション実験の準備

➤ 作業着

➤ 実際の現場の作業員に近い服装で実験を行う



ヘルメット

ゴーグル

防護マスク

作業着



溶接用手袋(左)軍手 (中央) ゴム手袋 (右)

シミュレーション実験

➤ ジェスチャ操作の操作性と精度を検証するため

以下の条件で3種類の実験を行った

実験①	クリック実験	10秒間でランダムに出現するボタンをクリックした回数をカウント
実験②	文字入力実験	指定された文字列の入力時間を計測
実験③	ドラッグ&ドロップ実験	30秒間でゴミ箱に移したファイルの個数をカウント



クリック実験

➤ 概要

- 10秒間でランダムに出現するボタンをクリックした回数をカウント

➤ 実験内容

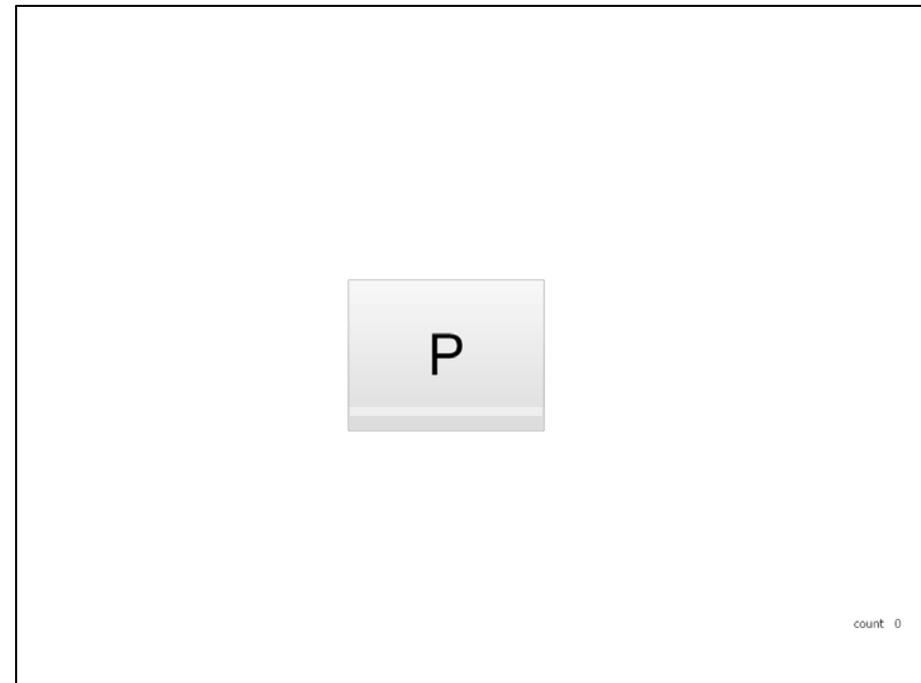
10回の試行を1setとし

3set

素手 溶接用手袋 軍手 ゴム手袋

1set

マウス操作
で実験を行った



☒ HTML、JavaScriptで作成した
クリック実験のブラウザ画面

クリック実験結果

表 setごとの手袋別平均値

set \ 手袋	素手	溶接用手袋	軍手	ゴム手袋	マウス
1	6.2	3.6	6.4	8.4	16.6
2	9.7	6.3	9.2	9.4	
3	10.7	7.7	9.9	10.1	

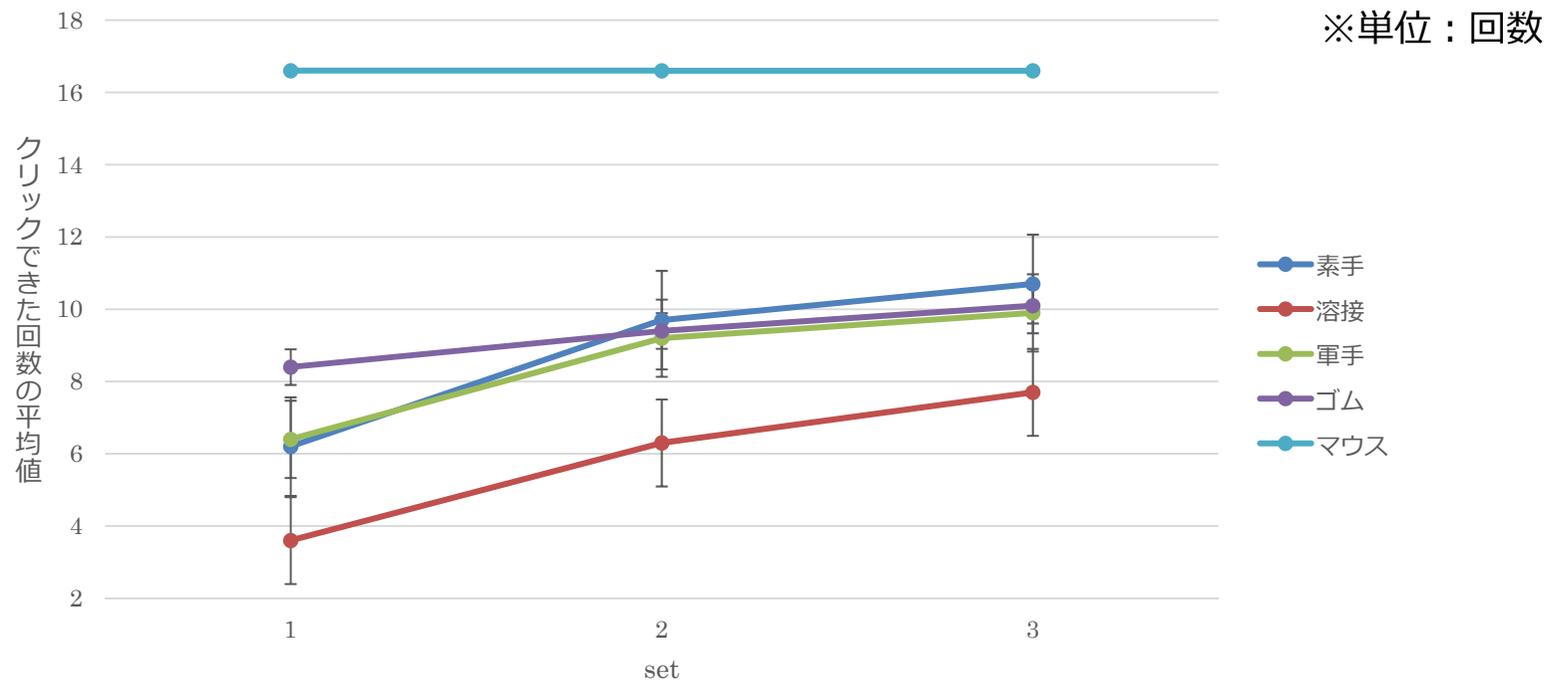


図 set毎の手袋別平均値

クリック実験 2 と結果

- 習熟による精度向上を検証するため素手で10set実験を行った

表 setごとの平均値

set	平均値
1	8.5
2	8.6
3	9.3
4	9.6
5	10
6	9.8
7	10.7
8	10.2
9	10.2
10	10.5

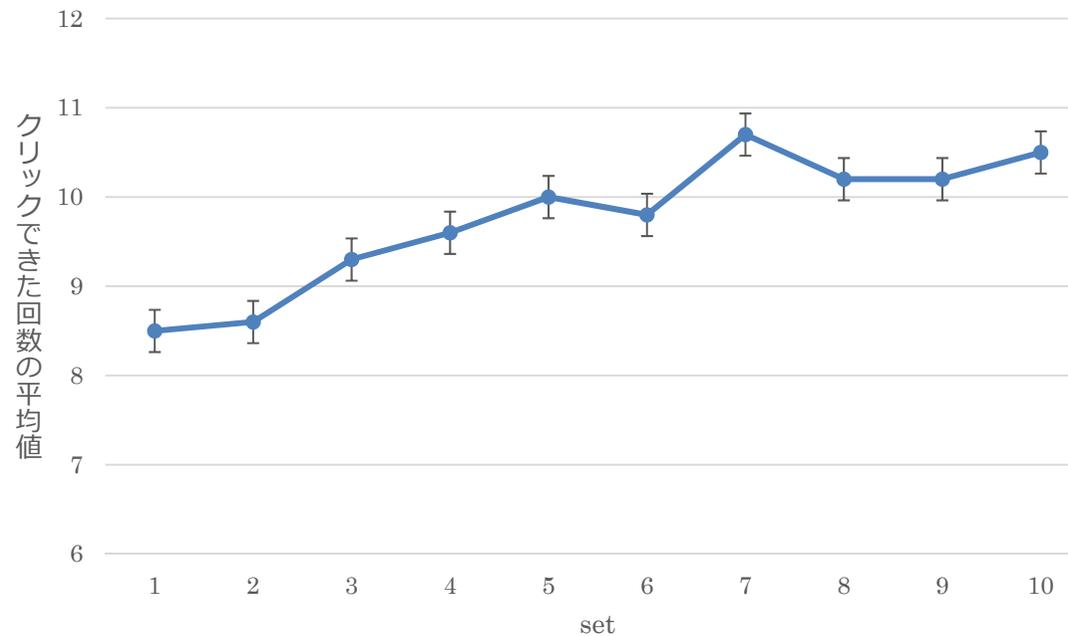


図 setごとの平均値

※単位：回数

文字入力実験

➤ 概要

- 指定された文字列の入力時間を計測

➤ 入力した文字列

国境の長いトンネルを
抜けると雪国であった。
夜の底が白くなった。
信号所に汽車が止まった。
向側の座席から娘が
立って来て、
島村の前のガラス窓を落した。

川端康成、『雪国』創元社、1937年、冒頭より



図 ForbiddenFruitのスクリーンキーボード
FlickKeyboard (右) とメモ帳(左)

<提供元> <http://likehen.ninpou.jp/>

文字入力実験

➤ 概要

- 指定された文字列の入力時間を計測

➤ 実験内容

3回

素手 溶接用手袋 軍手 ゴム手袋

1回

マウス操作 キーボード入力

で実験を行った



図 ForbiddenFruitのスクリーンキーボード
FlickKeyborad (右) とメモ帳(左)

<提供元> <http://likehen.ninpou.jp/>



文字入力実験結果

表 手袋別文字入力時間

回数\手袋	素手	溶接用手袋	軍手	ゴム手袋	マウス	キーボード
1	267	357	207	215	102	53
2	180	247	223	224		
3	170	222	148	180		

※単位：Second

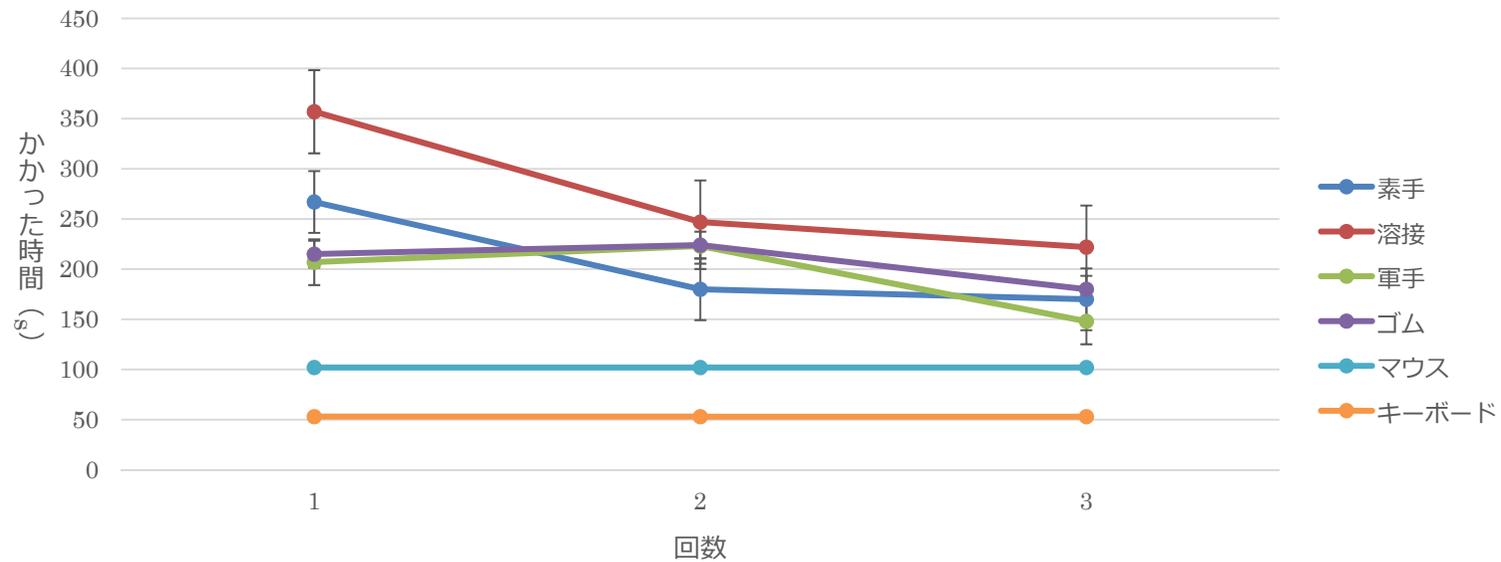


図 回数ごとのかかった時間

ドラッグ&ドロップ実験

➤ 概要

- 30秒間でデスクトップ上のファイルをゴミ箱に移した数をカウント

➤ 実験内容

3回

素手 溶接用手袋

軍手 ゴム手袋

1回

マウス操作

で実験を行った

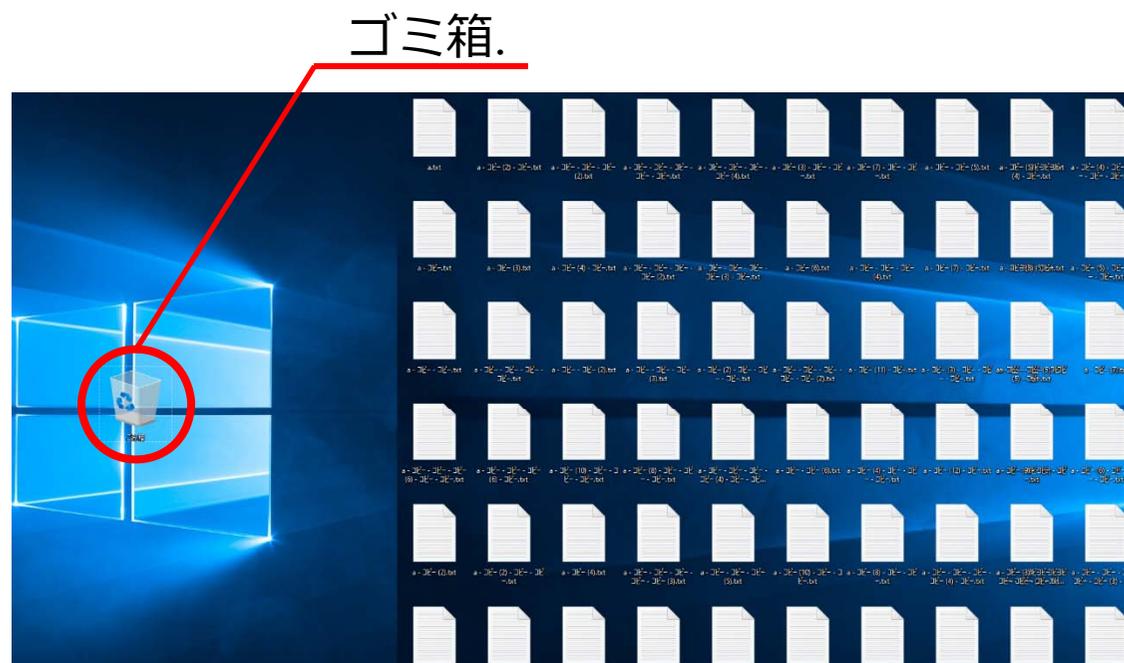


図 デスクトップ上のゴミ箱（左）と
テキストファイル（右）

ドラッグ&ドロップ実験結果

表 手袋別ドラッグ&ドロップファイル個数

回数\手袋	素手	溶接用手袋	軍手	ゴム手袋	マウス
1	11	5	8	9	19
2	10	5	8	8	
3	8	6	9	8	

※単位：個数

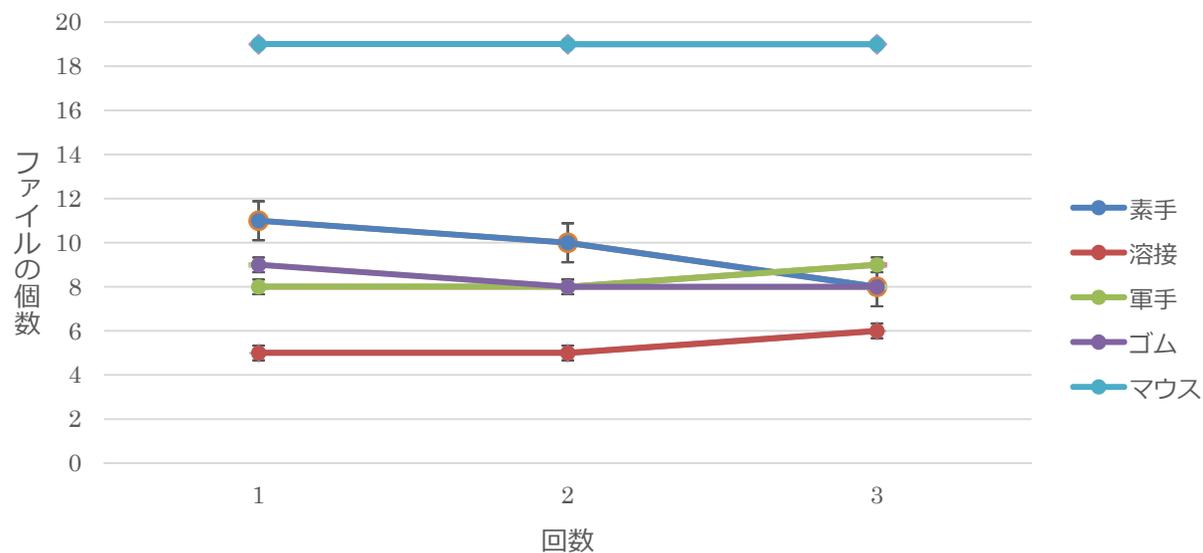
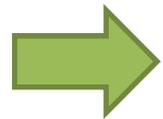


図 回数毎のファイル個数

結果と考察

- 非接触閲覧システムを開発し精度の検証を行った



十分**実用に耐えうる**ことが分かった

- 手袋の種類に着目

- 軍手、ゴム手袋は素手に**遜色ない**結果を残した

- 入力はあるが溶接用手袋は素手に**やや劣る**結果を残した



溶接用手袋が軍手、ゴム手袋と比較して手のラインが曖昧

- 試行回数に着目

- 全体的に試行によって**精度が向上していく**傾向にある



システムの扱いに慣れ、習熟度が上がったため

発表の概要

本研究の背景と目的

システムの概要

シミュレーション実験と結果

今後の展望

成果と今後の課題

今後の展望

➤ 作業分析の背景

- 昨今IoTやビッグデータの有用性が指摘されている
- 現在の作業分析では観測員が手動で紙媒体にログをとっている



- Kinectの安易な入力デバイスとしての性能を活かすことができる

- ログをとるための観測員が不要
- 膨大なデータを取得することができる
- 紙媒体からPCへの入力の手間が省ける



今後の展望

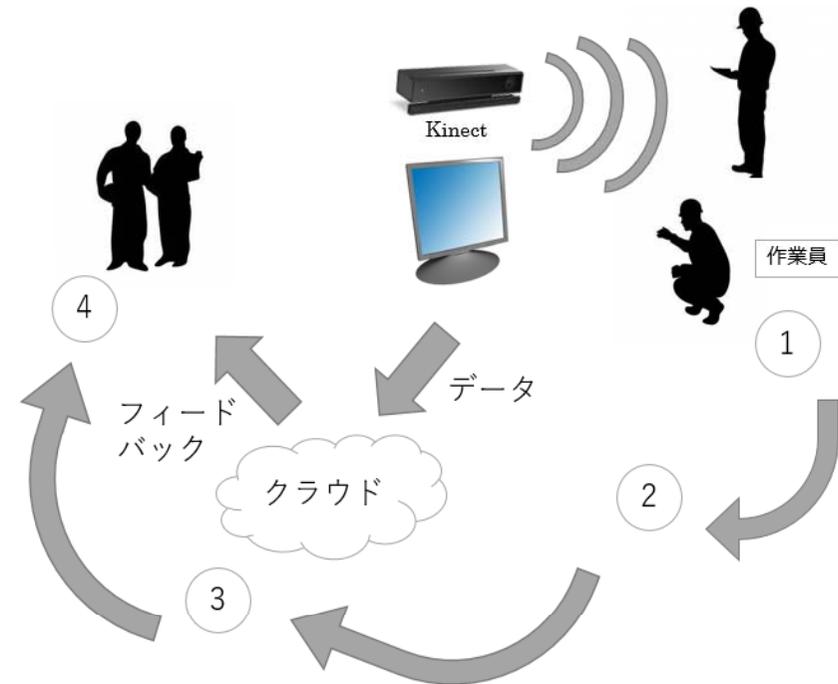
➤ 作業分析の手順

① Kinectセンサーで作業員の
姿勢データのログを大量に獲得

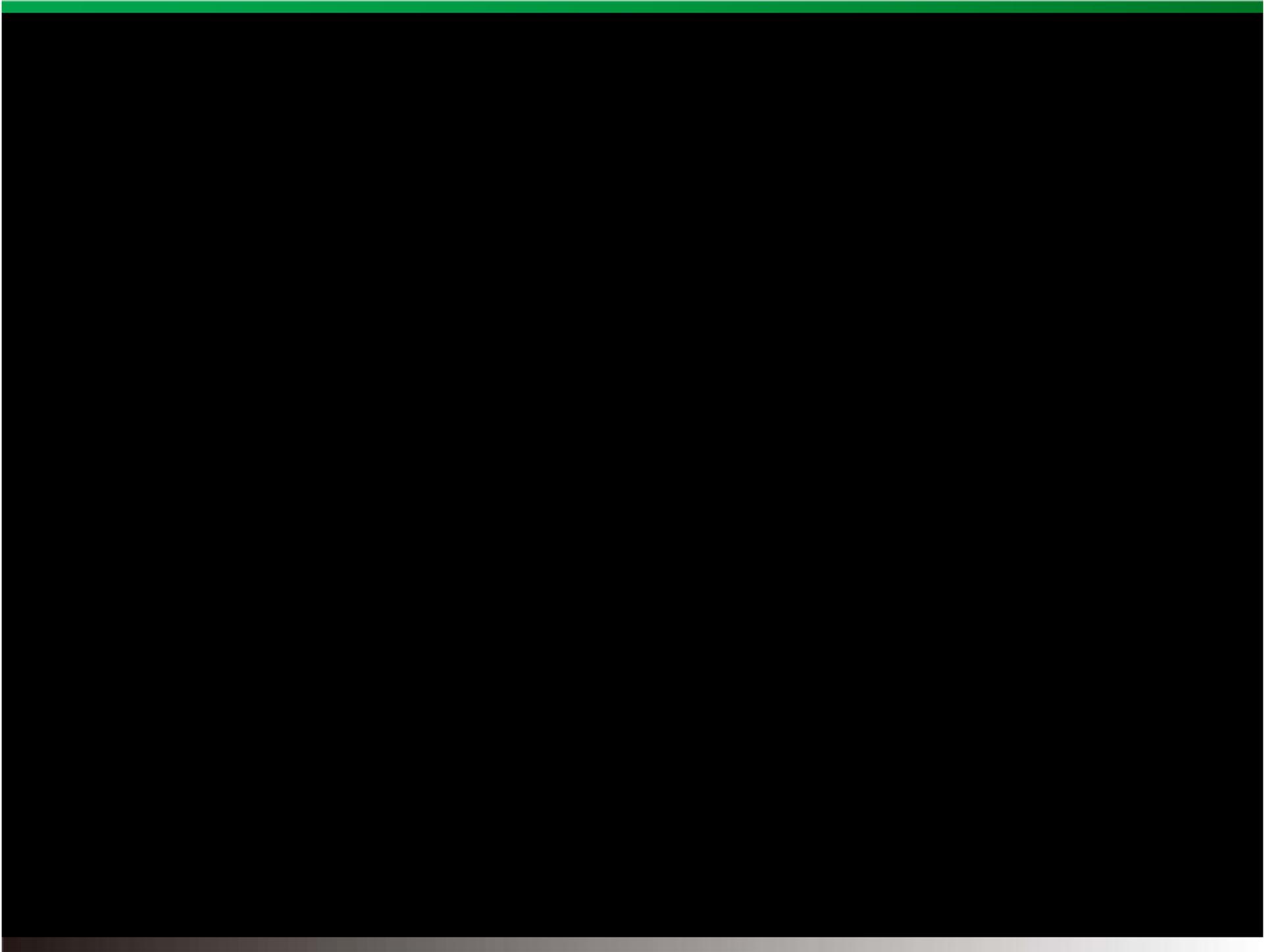
② インターネットを経由して
「クラウド」にデータを蓄積

③ クラウドに蓄積されたデータを分析

④ 分析されたデータをもとに
効率化された作業をフィードバック



作業分析のイメージ図



今後の展望

➤ 着座判定の結果

- 椅子にきちんと座ったときはConfidenceの値が1のTrueとなった
- 中腰やししゃがみ姿勢でもSeatedはTrueとなったがConfidenceの値は1に安定はしなかった
- 正面だけでなく、側面や背面でも姿勢の判定が可能だと分かった



これからの姿勢判定に十分利用可能

発表の概要

本研究の背景と目的

システムの概要

シミュレーション実験と結果

今後の展望

成果と今後の課題

成果と今後の課題

➤ 成果

- ジェスチャ操作の非接触3DViewer閲覧システムの開発
- 一般的なタッチスクリーン操作を搭載した
部材ごとの進捗状況を管理できる3DViewerの開発
- 作業分析におけるビッグデータ取得方法の提案

➤ 今後の課題

- 3DViewer上のUIの改善
 - 細かな部材情報の確認、選択した部材の表示非表示etc...
- 作業分析のアルゴリズムの検討