

# Kinect センサを用いた医療用患者監視システム における体勢検知機能の実装

吉武 伸泰<sup>1,a)</sup> 恒田 晃完<sup>1,b)</sup> 灘口 尚大<sup>1,c)</sup> 田中 康一郎<sup>1,d)</sup>

**概要:** 本稿では, Kinect センサを用いた自動医療監視システムについて紹介する. Kinect センサとは RGB カメラ, 深度センサ, マルチアレイマイクロフォンから構成されるデバイスであり, ジェスチャや音声認識を行うことができる. 本研究では, この Kinect センサの機能を用いてベッド上での患者の体勢を検知することで, 床ずれやベッドからの転落・徘徊を発見できるシステムを開発した. また Kinect センサの新機能である Face Tracking を用いて, 患者の呼吸状態を検知できる機能, さらにナースコールの代用となる音声認証機能も併せて実装した. 実装結果から, 体勢検知に関してはプライバシーを保護しながら正確に動作することを確認できた.

**キーワード:** Kinect センサ, 組み込みシステム, 体勢検知, 顔認識

## An Implementation of Posture Detection Functions to Inpatient Monitoring Systems using Kinect

NOBUHIRO YOSHITAKE<sup>1,a)</sup> AKIHIRO TSUNEDA<sup>1,b)</sup> TAKAHIRO NADAGUCHI<sup>1,c)</sup> KOICHIRO TANAKA<sup>1,d)</sup>

**Abstract:** This paper presents an implementation of posture detection functions to inpatient monitoring systems using Kinect. These systems detect inpatients posture in the bed that using depth data from Kinect. For this reason, we consider that inpatients can prevent bed sores and we can find inpatients from rolling off their beds early. Also, these systems have breathing detection function and voice authentication using Kinect. With these functions, we set out to realize these inpatient monitoring systems using Kinect.

**Keywords:** Kinect Sensor, Embedded System, Posture Detection, Face Tracking

### 1. 背景

医療現場において患者の体勢はとても重要である. 寝たきりの患者は, 長時間横たわったままや同じ姿勢を維持することにより, 腰痛やコリといった症状に悩まされる. さらに身体の一部の皮膚やその下の組織が圧迫されて血液の流れが阻害され, 細胞が壊れてしまう床ずれなどといった症状を引き起こし, 患者の治療の妨げとなるこ

とがある. この問題を解決するために, 患者のベッドでの体勢監視または検知できる機器やシステムが導入されている [1], [2]. しかし, このような機器を医療現場に導入する上で, 解決しなければならない問題がいくつか存在する. その中でも大きな問題となっているのが導入コストである. ただし対象となる患者の生命の存続に関わってくる可能性があるため, 精度の高いシステム開発が求められる. この問題に対して, 安価な監視カメラを設置し, 患者の体勢や状態をモニタリングするという方法も考えられるが, 患者の人数が多い場合, 正確に患者の状態を把握するために看護師がモニタを常時注視することは困難である. 加えて監視カメラにより映し出される監視映像は, 患者へのプライバシー侵害の危険性も伴う [3], [4].

<sup>1</sup> 九州産業大学情報科学部情報科学科  
Faculty of Information Science, Kyushu Sangyo University

a) k12gjk04@st.kyusan-u.ac.jp

b) k09jk051@st.kyusan-u.ac.jp

c) k10jk087@st.kyusan-u.ac.jp

d) tanaka@is.kyusan-u.ac.jp

そこで本研究では Microsoft 社の Kinect センサを用いて、自動医療監視システムを構築し、上述の問題を解決することを試みる [5]。Kinect センサは、他の医療用機器と比較して安価で販売されており、市販の Web カメラとは異なり RGB カメラやマルチアレイマイクロフォンに加えて、深度センサが搭載されている。この Kinect センサを用いることで、通常は特定の個人を識別できない深度センサを使うことで患者のプライバシーをできる限り保護しながら監視を行い、緊急時には RGB カメラとマルチアレイマイクロフォンの機能を併せて用いることで治療に必要な情報を提供できる安価でプライバシー性の高い自動医療監視システムが実現できると考えられる。以下、本稿では本システムの基本構成、開発環境、実装した機能の詳細、評価結果について述べる。

## 2. システムの構成

図 1 に自動医療監視システムの全体構成について示す。本システムでは Kinect センサを対象とする患者の寝室の天井に設置することを想定している。この Kinect センサと PC を接続し、PC 上のプログラムを用いて患者の情報を管理画面に表示する。患者に異変があった場合、この情報は Web サーバにアップロードすることで保存している。医者や看護師は、タブレット端末などからこの Web サーバにアクセスすることで患者の状態の確認を行うことができる。

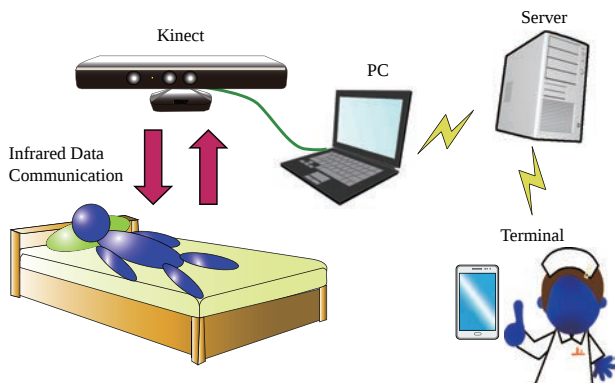


図 1 医療用患者監視システムの構成

## 3. 開発環境

### 3.1 Kinect センサ

Kinect センサとは、Microsoft 社が提供を行っている家庭用ゲーム機 Xbox 360 で使用するデバイスである。従来のゲーム機と違い、コントローラを使用せずにカメラからの利用者の状態の識別により操作することが可能となっており、体感型のゲームシステムを実現することができる。また Kinect センサはゲーム用デバイスだけでなく、USB 接続することで PC でも利用することができる。Kinect センサには図 2 に示すように多種多様なセンサが搭載されている。深度センサとして機能する近赤外光プロジェクターと近赤外線カメラ、RGB データを収容するカラーカメラが全面に取り付けられており、RGB カメラは最大 1280×960 まで、深度カメラは 640×480 まで解像度をサポートしている。フレームレートは RGB カメラの場合、解像度が 1280×960 の時は 12fps、640×480 の時は 30fps、深度カメラはどの解像度でも 30fps となっている。PC と接続することで、Kinect センサの各センサ情報を基にした、人間の 3D 骨格座標を取得できる。またその座標を追尾することが可能なため、人間の体の動きや顔の向きを判別することができる。

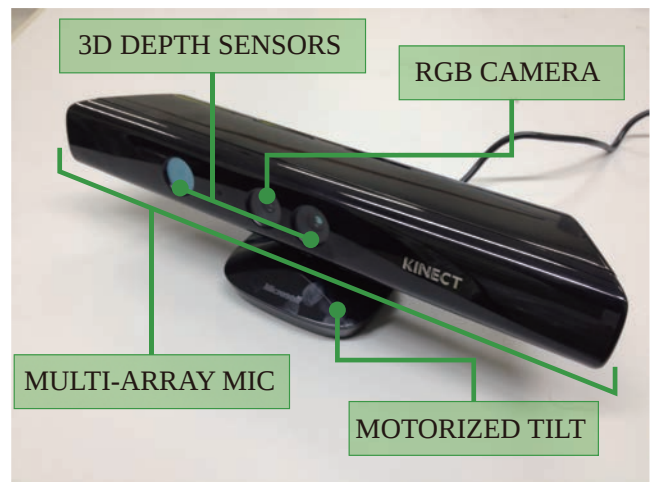


図 2 Kinect センサの概要

ンサには図 2 に示すように多種多様なセンサが搭載されている。深度センサとして機能する近赤外光プロジェクターと近赤外線カメラ、RGB データを収容するカラーカメラが全面に取り付けられており、RGB カメラは最大 1280×960 まで、深度カメラは 640×480 まで解像度をサポートしている。フレームレートは RGB カメラの場合、解像度が 1280×960 の時は 12fps、640×480 の時は 30fps、深度カメラはどの解像度でも 30fps となっている。PC と接続することで、Kinect センサの各センサ情報を基にした、人間の 3D 骨格座標を取得できる。またその座標を追尾することが可能なため、人間の体の動きや顔の向きを判別することができる。

また図 3 に示すように、Kinect センサの下部には、4 本の個別マイクロフォンから構成されているマルチアレイマイクロフォンが取り付けられている。マルチアレイマイクロフォンは同じオーディオ信号を各マイクロフォンが拾ったタイミングを比較して、信号の発生方向を特定するため、ある特定の方向から送られてくる音だけを重点的に拾うことができる。マルチアレイマイクロフォンから取得したオーディオストリームから、不要なバックグラウンドを除去する複合音抑制効果を実現することもできる。

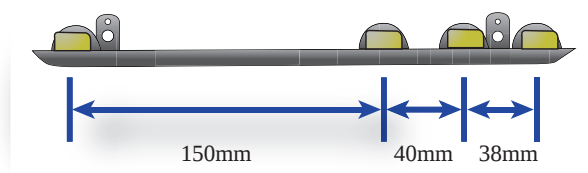


図 3 Kinect センサのマイクアレイ

### 3.2 Kinect for Windows SDK

Kinect for Windows SDK (Software Development Kit) とは Microsoft 社公式の Windows 用 Kinect SDK である。この SDK を用いることで USB 経由で PC から Kinect を制御することができる。Kinect for Windows SDK は C++ と C# を用いた Visual Studio での開発をサポートしており、WPF アプリケーション、WinForms アプリケーション、XNA アプリケーションなどアプリケーションを開発することができる。なお、本研究においては Kinect for Windows SDK Version 1.6 を使用し、Visual Studio 2012 を用いて、C# で開発を行った。

### 3.3 Face Tracking SDK

2 次元画像から人の顔を識別しようとする場合、画像から顔を識別するためのプログラムを実装しなければならない [6]。しかし Kinect センサでは、Face Tracking SDK を使用することで、比較的簡単に顔を識別、追跡することができる。Face Tracking SDK とは、Kinect for Windows SDK Version 1.5 から追加された SDK である。アプリケーションから人の顔をリアルタイムに識別することができる。Face Tracking SDK が提供する顔認識の代表的な機能を以下に示す通りである。中でも、本システムでは SDK から画像情報の顔検出、顔の骨格座標の取得、そして唇の座標の変化を確認することで、後述する呼吸検知機能の実装を目指す。

- 画像情報からの顔検出
- 顔の追跡
- 顔の部位各点の座標の取得
- 顔の向きの取得
- 表情 (口を開いている、眉の上げ下げ等) の取得
- 顔の 3D モデルの取得

## 4. 実装機能

### 4.1 深度映像によるプライバシー保護

本システムはプライバシー性の高いシステムとしての完成も視野に入れている。そこで監視映像はプライバシー性を高められる Kinect センサからの深度情報を基に生成する深度映像により監視を行うこととした。図 4 が Kinect センサからの深度情報を基に生成した深度画像である。Kinect センサから深度情報を取得する場合、そのデータは short 型の 16 ビットで構成され、その内 13 ビットが深度に関するデータ、残り 3 ビットが人の認識に関するデータである。ここから深度に関するデータのみを取得し映像化を行う。Kinect for Windows SDK では Kinect センサに搭載するカメラのモードとして、Default モードと Near モードを選択することができる。表 1 に示しているのは、それぞれ Default モードと Near モードでの色分けを行う範囲である。本研究では取得した深度を表 1 に表す 4 つの距離に



図 4 深度値により生成された深度画像

表 1 Kinect センサの深度区分

| 距離の名称        | Default: (m) | Near: (m) |
|--------------|--------------|-----------|
| UnKnownDepth | 0 ~ 0.4      | 0 ~ 0.4   |
| TooNearDepth | 0.4 ~ 0.8    | -         |
| TooFarDepth  | 0.8 ~ 4      | 0.4 ~ 3   |
| NormalValues | 4 ~ 8        | 3 ~ 8     |

応じて色を分けることで、個人を特定しないが、状態は判別できるというような映像を表示している。本システムではこの深度映像を基に、以下に紹介する体勢検知機能を開発した。

### 4.2 体勢検知

体勢検知機能は床ずれの予防、ベッドからの落下や深夜徘徊や無断外出などを検知する機能である。本研究では、2 種類の体勢検知方法を提案しており、本章では患者の骨格情報を基にした検知方法と、深度情報を基にした検知方法を順に説明する。

#### 1) 骨格情報による体勢検知

Kinect for Windows SDK を使用すると図 5 に示すように、人間の 3D 骨格座標を取得することができる。図 5 の右側がカメラからの RGB 画像、左側が 3D 骨格座標を表示したものである。この 3D 骨格座標を使用することで、患者の体の動きを検知する方法を紹介する。

患者の床ずれを防止するための方法として、患者が寝返りを検知することを提案する。寝返りを行うということは、患者の体の向きが変わるということである。そこで患者の肩と首の骨格座標の比較を行うことで、寝返りを検出することができる考えた。患者がベッドに横になっている状態で、患者の骨格座標を取得する。この時、Kinect センサより取得した首の X 座標を基準に考え、左肩の X 座標が、首の X 座標を上回ると患者の体勢は右方向へと寝返りを打ったと判断する。逆に右肩の X 座標が首の X 座標を下回ると、患者の体勢は左向きと判断する。このよう

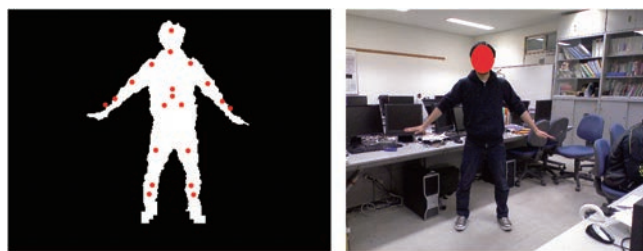


図 5 Kinect for Windows SDK による骨格追跡

に患者の首と肩の座標を比較して、寝返り検知を行う。また、骨格座標の追跡ができなくなった場合はベッドからの落下、徘徊が起きたと判断する。

## 2) 深度情報による体勢検知

もう 1 つの体勢検知の方法として、Kinect センサの深度情報を基に体勢を検知する方法を考える。Kinect センサから患者の深度情報を取得し、その変化する時間により床ずれを検知する、患者とベッドの深度値の比較により落下や徘徊・無断出室を検知するという方法である。

Kinect センサが取得する深度情報というのは、赤外線を照射し、物体に当り反射した赤外線を受光することで深度情報を導き出している。この深度情報を利用して、Kinect センサから最も近い深度情報を取得する。この取得した深度情報の座標を繰り返し取得し、時間で比較を行う。この座標が一定時間、変化しない場合、体勢が変わっていないと判断し、床ずれの危険があると考え、この機能を実現するためには、対象となる患者が Kinect センサに最も近い位置にいないといけない。そのためには Kinect センサが深度情報を取得する範囲を任意に変更できなければならない。

そこで、この機能を実現するために、深度の計測範囲を任意に選択し Kinect センサから最も近い座標を取得するための単純評価を行った。図 6 にその結果を示す。この 4 枚の画像のうち、RGB Image は Kinect センサから取得した RGB の画像を、その他の 3 つには深度センサから生成した深度画像を表示している。この画像にある物体は、Kinect センサに近い順に人、椅子、段ボール箱と配置されている。そして Mode:1, 2, 3 の順に深度情報を取得する領域を狭くしており、Kinect センサに最も近い位置に緑点を表示している。Mode:1 では計測範囲として人、椅子、段ボール箱の 3 つが収まるように範囲指定をしている。すると、緑点は人の指先に表示されていることがわかる。次に Mode:2 では計測範囲を少し狭め、範囲内に椅子と段ボール箱のみが収まるように範囲指定をした。すると、緑点の表示が人の指先から椅子の側面に変わっていることが確認できる。最後に Mode:3 では測定範囲をさらに狭め、範囲内にダンボール箱のみが収まるように範囲を指定した。すると、緑点は椅子の側面から段ボール箱の上部へと変わっている。このことから指定した領域の深度情報を取得でき

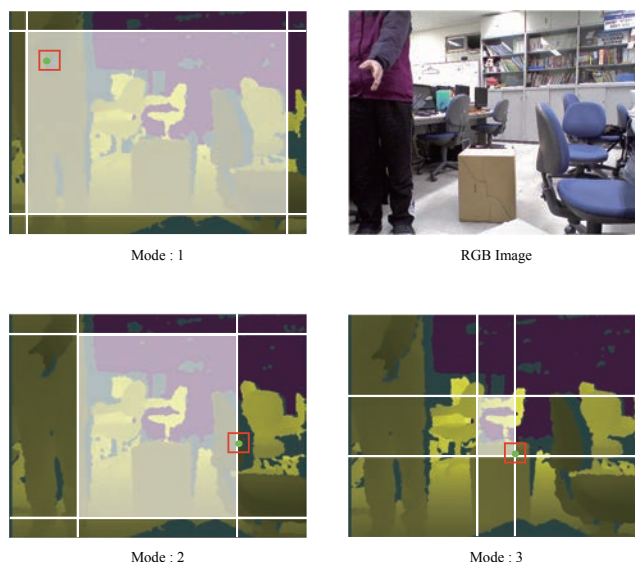


図 6 指定した範囲内の最も近いピクセル座標検出

ることが確認できた。

この結果を基に、Kinect センサから最も近い点の深度情報の変化を求め、ベッド上での患者の動きを検出する。また測定範囲をベッド内に指定することにより、Kinect センサから最も近い点は患者の体となる。また、体勢検知中に、患者がいなくなった場合は、Kinect センサから最も近い座標が、ベッドの深度情報同じになるため、その場合はベッドからの落下、徘徊、無断外出と判断する。

## 4.3 呼吸検知

Kinect センサでは先に紹介した Face Tracking SDK を使用することで顔の骨格座標を取得することが可能である。医療の現場では睡眠時無呼吸症候群など、睡眠時における呼吸に関係する病気も存在している。そこで本システムに呼吸検知機能を実装することでより効率のよい医療用の患者監視システムを実現できると考えた。人間は呼吸を行う場合、唇を開く、閉じるという動作を行うことから、呼吸を検知する方法として、対象となる患者の唇の動きを追跡する方法を提案する。

まず顔の骨格座標を取得するために、Face Tracking SDK 内の Microsoft.Kinect.Toolkit.FaceTracking を利用し顔の骨格座標の取得を行う。なお、Microsoft.Kinect.Toolkit.FaceTracking には C++ 言語用の API を C# 言語などのアプリケーションから使うことができる FtlInter.cs とそのラッパーである FaceTracking.cs があり、本機能では後者を使用している。これは、FaceTracking.cs は FtlInter.cs よりも抽象度の高いインターフェイスを利用でき、C# 言語との整合性も高くなるためである。

次に FaceTracking.cs を使用し、顔の骨格座標を取得するアプリケーションを作成する。Kinect for Windows SDK の Face Tracking SDK を使用し、顔座標の取得を行うに

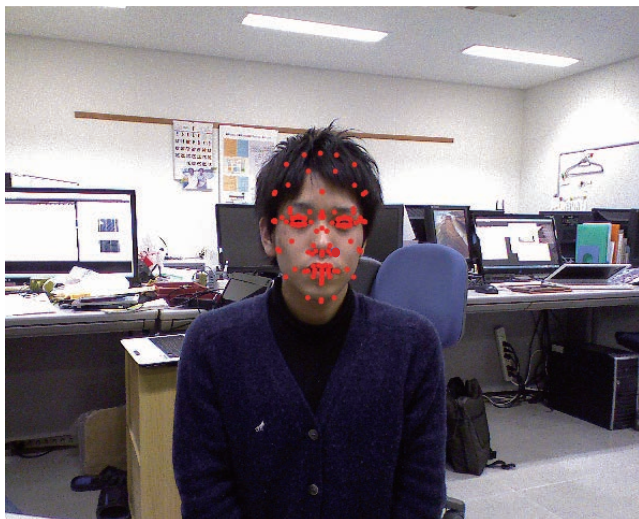


図 7 Face Tracking SDK による顔追跡

は、RGB カメラのフォーマット、RGB カメラのデータ、深度カメラのフォーマット、深度カメラのデータ、検出させるスケルトンのデータを必要とする。これらデータを入力することで、図 7 に示すように 121 点の 3D 骨格座標データを取得することができる。取得した座標データは常に対象となる患者の顔を追跡しているため、対象者が動いても同じ座標の変化を確認することができる。

最後に呼吸検知を行うために、Face Tracking で取得した顔の骨格座標を追従し、その座標の変化を求める。この座標が変化していれば患者が生きているということである。またこの座標を追従することで、呼吸を行っているかと判断する。アプリケーション中ではこの追従した座標の差をグラフとして表示確認を行う。

#### 4.4 音声認証

本システムはベッドに寝たきりの患者を主として対象にしている。その中には手や体が不自由でナースコールを押すことができない患者がいることも考えられる。Kinect センサにはマルチアレイマイクロフォンが搭載されており、音声認証機能を実装することができる。そこでナースコール等の連絡手段を使わずに、音声のみで看護師に用件を伝えることができる音声認証機能を考え実装した。

Kinect センサには音声を認識する機能はなく、マイクから音を拾うことができるだけである。そのため、音声認識自体は PC 上の音声検索エンジンで行う。Kinect センサを使用して、日本語での音声認識対応アプリケーションを開発するには、Kinect for Windows SDK だけでなく、Microsoft Speech Platform SDK をインストールする必要がある。これは Kinect for Windows では、対応する言語は英語のみであったためである。現在、Kinect for Windows SDK Version1.5 以降より 5 カ国語（フランス語、イタリア語、スペイン語、日本語、ドイツ語）に対応し、認識可能な

言語範囲が拡張されている。本システムでは日本語での音声認証を行うため、日本語対応の音声言語パッケージである、Kinect Speech Language Pack を追加した。音声認証は Speech Platform SDK を使用する。Speech Platform は SRGS (Speech Recognition Grammar Specification) 形式での Grammar 設定をすることができる。SRGS は XML ファイルであり、決められたタグを用いて柔軟に認識させたい言葉や文章を記述することが可能である。音声認証プログラムは Grammar を指定する部分で SRGS 形式で記述した XML ファイルを読み込み実行する。Kinect センサのマルチアレイマイクロフォンから音データを取得する。その時、XML ファイルに記述した言葉が取得した音声データに含まれていた場合、その言葉を音声データとして扱うことができる。

#### 5. 評価

これまでに紹介してきた体勢検知、呼吸検知、音声認証の 3 つの機能の評価を行う。図 8 が 3 つの機能の評価するためのアプリケーションの画面であり、表 2 がアプリケーション画面の説明である。まず体勢検知を行うための機能を紹介する。①は監視を行う患者の深度映像である。この映像を RGB カメラで撮影したものが②である。深度情報の取得位置は③のバーを調節することで指定することができる。体勢検知機能を使用は、③で深度情報の指定を行った後、④のボタンを押すことで体勢検知を開始する。このとき、Kinect センサに最も近い深度座標を⑤に、寝返りを検知した回数を⑥に表示する。呼吸検知機能は⑦に示すグラフを確認することで判断する。これは唇の動きの Y 座標の差をとったもので、唇が動くと波形が変動する。音声認証は⑧に文字を表示しており、先に紹介した番号を呼ぶと文字が赤く変わる仕様になっている。⑨は Kinect センサの角度を微調整するためのものである。このアプリケーションを使用することで、体勢検知、呼吸検知、音声認証の 3 つの評価を行う。

表 2 アプリケーション詳細

| 番号 | 名称                           | 詳細                          |
|----|------------------------------|-----------------------------|
| ①  | Depth Image                  | 深度情報のみで表示した映像               |
| ②  | Color Image                  | RGB カメラからの映像                |
| ③  | Slider                       | 体勢検知時の測定範囲の指定               |
| ④  | Depth Rock Button            | 体勢検知開始/終了ボタン                |
| ⑤  | Nearest Depth<br>Fixed Depth | Kinect に最も近い深度<br>④を押した時の深度 |
| ⑥  | Turn Over in Sleep           | 寝返りを検知した回数                  |
| ⑦  | Breath Wave Form             | 呼吸検知中のグラフ                   |
| ⑧  | Audio Sensor                 | 音声認証番号に対応した文字               |
| ⑨  | Angle Button                 | Kinect センサの角度調整             |

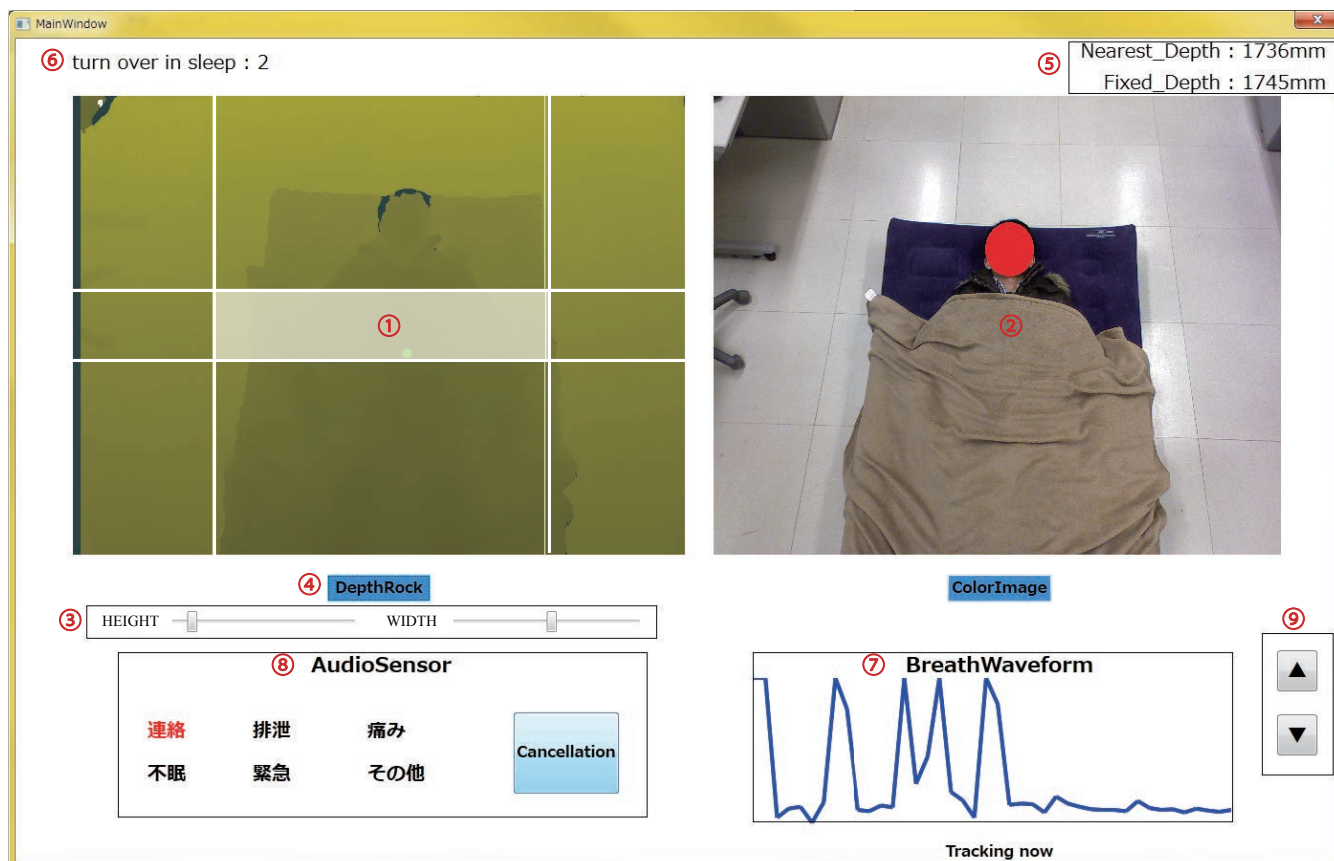


図 8 アプリケーション実行画面

## 5.1 体勢検知

### 1) 骨格情報による体勢検知

まず、骨格情報を基にした体勢検知の評価を行った。ベッドに患者を横たわらせる。そして患者に寝返りを打ってもらい、寝返りを検知するかを確認する。またその状態で毛布を起き、先程と同様に寝返りを打ってもらい、それを検知するかを確認する。図 9 が実行画面であり、右に実際の画像、左はその画像から深度情報のみを表示したものである。深度画像にて認識した人型は白で塗りつぶし、取得した骨格座標は赤点で表示をしている。またそれぞれの画像における緑線は画像取得後、それぞれ実画像との対応をわかりやすくするために加工したものである。まず A の画像を見比べてみると、骨格座標が少ししか取れておらず、深度画像では人の体とベッドが同じような深度情報になっており、同化していることがわかる。そのため、寝返りを検知する以前に、人の骨格座標を取得することさえできなかった。このことから対象となる患者は、その背後に壁(ベッド)がある場合、骨格情報を取得するために必要な深度差が生まれず骨格座標の取得が困難であることが判明した。

また図 9 の B は患者と Kinect センサの間に毛布を置いて評価したものである。骨格追跡は、Kinect センサの赤外線反射を基に人型の認識を行うため、患者の体には骨格追跡の物理的な妨げとなるもの(掛け布団)があると、骨格

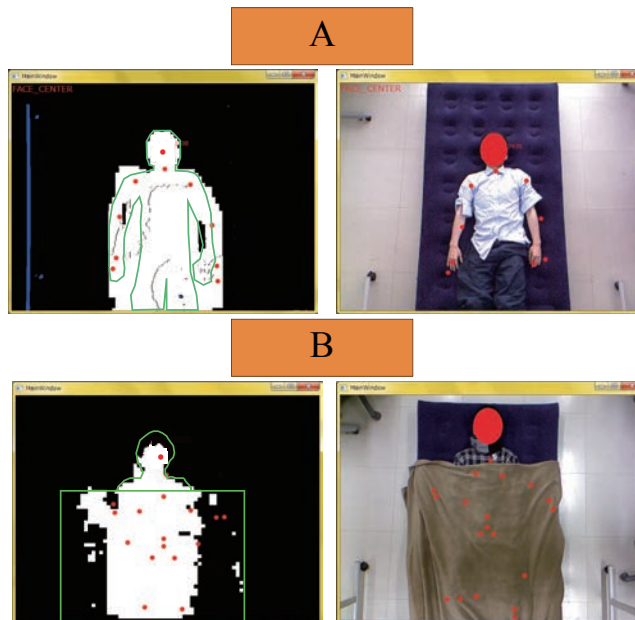


図 9 骨格情報による体勢情報の取得

追跡を行うことができず、座標がずれていることが確認できる。これら 2 つの問題点より、骨格情報による体勢検知はシステムの機能して不十分であり、精度の劣ることがわかった。

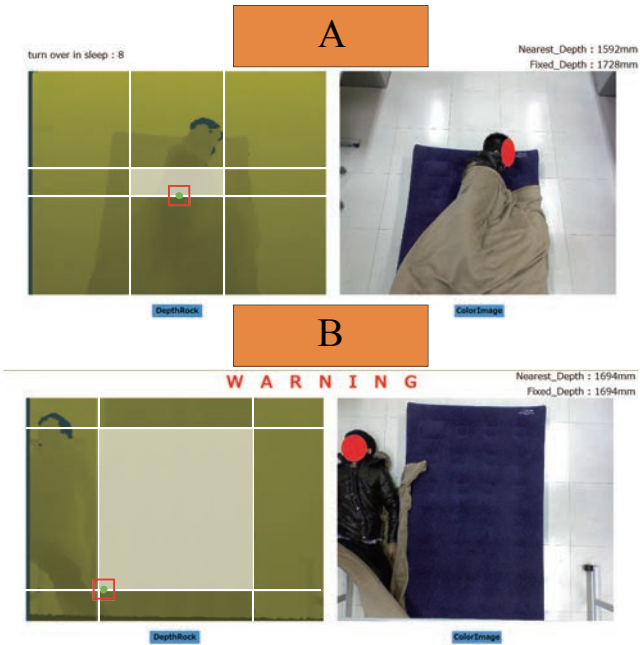


図 10 床ずれ防止の寝返り検知

2) 深度情報による体勢検知

次に、深度情報を基に体勢検知を行った結果が図 10 である。右が実際の RGB 画像、左が深度情報から生成した画像である。まず深度情報を取得する範囲を選択し、体勢検知を開始する。緑点が Kinect センサに最も近い深度の場所となっている。図 10 の A を見てみると、選択した範囲内で、患者の体が最も Kinect センサに近い深度として認識している。図 10 の B は患者がベッドから落下したときの画像である。深度を取る範囲をベッドの端まで広げており、患者が選択した範囲外に出たため、画面に WARNING の文字が表示され、患者が選択範囲から消えた、つまり落下または徘徊したということが判断できる。以上の結果から深度情報により、患者の体勢の変化を求めることができた。

5.2 呼吸検知

呼吸検知機能は Kinect センサの Face Tracking を用いて、顔の骨格座標の取得を行い、その座標の変化を計測する。Face Tracking で取得できる顔の骨格座標は 121 点あるが、今回の評価では処理の高速化を行うために、唇の座標のみ追従して評価を行った。図 11 にこの評価結果を示す。患者に呼吸を行ってもらったと、唇の座標が変化して、グラフが動いていることが確認できる。そこで患者にそのまま呼吸をしてもらった。しかしこの検出方法では、仮に呼吸を止めていても、唇の動作で呼吸していると判断してしまう。そこで他の座標も計測の計測を行い、精度を高める必要がある。

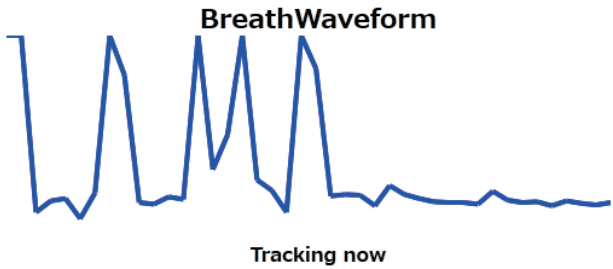


図 11 呼吸検知モニタリング実行画面

5.3 音声認証

音声認証の評価では言葉を読み上げて評価を行う。日常会話で使われる言葉を使用すると、ご認識して反応する可能性があるため、今回の評価では 1 番から 6 番までの番号を認識することにする。各番号には、それぞれ言葉を対応付けておき、言葉を認識すると対応した文字が反応するようなアプリケーションを作成した。表 3 が読み上げる言葉とそれに対応した文字である。1 番→連絡、2 番→排泄、3 番→痛み、4 番→不眠、5 番→緊急、6 番→緊急と連動しており、認識した番号の内容の文字列が赤色に変化する。図 12 に評価を行った結果を示す。Kinect センサに 4 番と呼びかけた時の結果が、図 12 である。4 番は不眠を割り振っているため、番号に連動している不眠の文字の色が赤色に変化し、音声認証を行っていることを確認できる。この評価は対象となる患者 1 人のみが部屋にいる状態で評価を行ったが、次に部屋に人が数人いて会話を行っている状態でも評価を行った。その結果、患者以外がこの言葉を発した時でも、音声認証を行い、結果として誤認識することが確認できた。

表 3 音声と文字の対応

| 読み上げる文字 | 対応した文字 |
|---------|--------|
| いちばん    | 連絡     |
| にばん     | 排泄     |
| さんばん    | 痛み     |
| よんばん    | 不眠     |
| ごばん     | 緊急     |
| ろくばん    | その他    |



図 12 音声認証実行画面

## 6. 結論

本研究では Kinect センサを用いた、自動医療監視システムの実現に向けた、体勢検知機能、呼吸検知機能、音声認証機能を 1 つのアプリケーションに実装し、性能評価を行った。体勢検知機能は 2 種類の方法で患者のベッドでの体勢を検知する方法を提案した。1 つ目は Kinect センサから取得できる、患者の 3D 骨格座標を使用して、患者の寝返り判定を行う方法である。Kinect センサからの骨格座標から患者の肩と首の座標の比較を行うことで患者の体勢を検知できると考えた。もう 1 つの方法は、Kinect センサから取得できる深度情報を基に、患者の体勢を検知する方法である。ベッドの範囲内で Kinect センサに最も近い点は患者の体である。この座標の X 座標と Y 座標を比較し続けることで、患者が動いたかどうかを確認することができる。また深度情報がベッドに近くなった場合は患者がベッドの外に出たと判断できる。この 2 つの方法で患者の体勢検知を行うことができるか評価を行った。その結果、患者の骨格情報からは現在の Kinect センサの仕様上、ベッドでは患者の骨格座標を取得することが難しく、体勢検知できないことがわかった。深度情報から体勢検知を行う方法では、患者の深度情報を取得することができ、一定時間動かない場合、また患者が測定範囲からなくなった場合を検知することができた。

次に、呼吸検知機能は Kinect センサの Face Tracking SDK を使用することで呼吸検知する方法を提案した。Face Tracking SDK は人間の 3D 顔座標を 121 点取得、またその点を追従することができる。これを利用して患者の顔座標、中でも唇の座標を追従することで、患者の呼吸検知を実現しようと考えた。この機能を実装し、評価した結果、患者が呼吸を行った際、唇の座標の差をグラフに表示することができた。しかし厳密な呼吸回数をカウントすることはできず、呼吸検知機能は患者の生存は確認できるものの、精度の劣る結果となった。

最後に、Kinect センサのマルチアレイマイクロフォンを利用することで、ナースコールとして代用できる音声認証機能を提案した。Kinect センサには音声認証を使用することができる SDK が提供されており、上述した 2 つの機能を行いながら音声認証機能を実現することでより効率のいいシステムを目指した。音声認証の評価として、1 番から 6 番までの番号を識別する評価を行った。その結果、それぞれの言葉を認識することができた。

今後の課題としては、本システムの機能である、呼吸検知と音声認証機能の検討があげられる。呼吸検知機能で用いた方法では、呼吸回数までを検出することができなかった。そこで、Face Tracking で取得できる全座標で変化を観測し各座標を比較を行うことを考えている。また、併せて Kinect センサの深度情報により肩や胸の深度の変化を

取得を行う予定である。さらに音声認証を利用して、いびき検知を行うことができれば、よりシステムとしての精度が上がるのではないかと考えている。

## 参考文献

- [1] 徳永豊：医療機器としての CPAP とその仕組み, 睡眠医療, Vol 5, No.1, pp. 83 – 89 (2011).
- [2] S, J. K., Elara, M. R., Kumar, S. and Chua, A.: A Semi Autonomous Control and Monitoring System for Bed Sores Prevention, in *Proceeding of the 1st International Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology : in Conjunction with 1st Tan Tock Seng Hospital Neurorehabilitation Meeting*, pp. 245 – 248 (2007).
- [3] 杉原 太郎 藤波努 高塚亮三：グループホームにおける認知症高齢者の見守りを支援するカメラシステム開発, 社会技術研究論文集, Vol.7, pp. 54 – 65 (2010).
- [4] 郭 士傑 加藤 陽 伊藤 弘昭 向井利春：福祉機器用柔軟面状ゴムセンサの開発, SEI テクニカルレビュー, 第 181 号, pp. 117 – 123 (2012).
- [5] 恒田晃完, 田中康一郎：KINECT センサーを用いた医療用遠隔監視システムの開発, 第 20 回 電子情報通信学会九州支部学生会講演会論文集, pp. D-58 (2012).
- [6] Ding, M. and Leest, A. V.: Robust Face Skin Selection for unobtrusive Vital Signs Monitoring, in *Proceedings of Technical Note PR-TN 2010/00294* (2010).