

深度センサとセンサ椅子を用いた着座姿勢推定機能の設計と試作

A Proto type of a sitting posture presumption function using a depth sensor and a sensor chair

金田 将英† Masahide Kaneda
今野 将‡ Susumu Konno

1. はじめに

近年、情報通信技術が急速に発展したことにより液晶ディスプレイ等の表示機器である VDT(Visual Display Terminals)が広く職場に導入された。そして、VDT が広く職場に導入されたことに伴って VDT 機器を使用した VDT 作業を行う労働者が増大している。最近では VDT 作業をすることで精神的や身体的に発症する病気のことを VDT 症候群と呼ぶ。厚生労働省は VDT 作業者の精神や身体の負担を軽減するために「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」を策定した。「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」で対象となる VDT 作業とはデータの入力・検索・照合等、文章・画像等の作成・編集・修正等、プログラミング、監視等を行う作業となっている[1]。厚生労働省が 7810 ヶ所の事業所と 9107 人の労働者を対象に情報通信技術や技術革新の発展に伴う労働態様の変化、それに対する労働者の対応、事業所における職場環境等を基礎資料とすることを目的として行った調査の「平成 20 年技術革新と労働に関する実態調査結果の概況」ではコンピュータ機器を使用している事業所の割合は 97.0%となり、多くの事業所でコンピュータ機器が使われていることがわかる。また、仕事での VDT 作業で身体的な疲労や症状を感じている労働者の割合は 68.6%となり、身体的疲労や症状の内容は「目の疲れ・痛み」が 90.8%、「首、肩のこり・痛み」が 74.8%、「腰の疲れ・痛み」が 26.9%となっていたため身体的疲労や症状を感じている人が多くいることがわかる。VDT 作業の教育に関しては VDT 作業に関する適正な労働衛生教育を実施している事業所は 9.6%で、VDT 作業に関する適正な作業姿勢・作業時間、健康への影響等についての教育を受けたことがあるとする労働者の割合は 8.7%のため、VDT 作業についての正しい知識を持った人が少ないことがわかる。また、VDT 作業時間における作業時間管理対策を行っている事業所の割合は 10.3%となっている。

厚生省の調査の結果から VDT 作業者は VDT 作業に関する適正な労働衛生教育を実施している事業所が少ないことや VDT 作業に関する適正な作業姿勢・作業時間、健康への影響等についての教育を受けた人が少ないために VDT 作業についての正しい知識がないことが考えられるために自然ではない無理のある着座姿勢で VDT 作業を行

うことや、作業状態を管理する環境が無いために連続 VDT 作業時間が長くなり同じ着座姿勢で長時間 VDT 作業してしまうことに問題がある。

VDT 作業中についての正しい知識を持った人が少ないため、VDT 作業中に自然でない無理のある着座姿勢で VDT 作業をしていることや長時間同じ着座姿勢で VDT 作業を行っていることに気づくのは難しい。そこで、本研究では VDT 症候群を発症しやすい着座姿勢で VDT 作業していることに気づかないといった問題を深度センサとセンサ椅子を用いて VDT 作業中の着座姿勢を VDT 作業者に通知して VDT 作業中の着座姿勢を認識しやすくすることで解決し、VDT 症候群を予防することを目的とする。

2. 作業状況認識機能の提案と設計

2.1 提案手法

本研究では、深度センサとセンサ椅子という椅子の座面の圧力を測定する機能を持つ椅子を用いて VDT 作業中に椅子の座面にかかる圧力を測定する。そして、着座姿勢を認識して VDT 作業者に通知することで着座姿勢を推定できる着座姿勢通知機能を提案する。システムの流れは

- ① 度と圧力測定
- ② 測定値を PC に転送
- ③ 深度データ, 圧力データを取得
- ④ 深度データ, 圧力データを保存
- ⑤ 中心ベクトルの算出
- ⑥ 類似度を算出
- ⑦ 類似度から着座姿勢を推定
- ⑧ 推定した着座姿勢を VDT 作業者に通知となる。

2.2 推定する着座姿勢

推定する着座姿勢を表 1 に示す。表 1 は“身体情報別に見た VDT 作業時の着座姿勢に関する研究その 2～身体情報が着座姿勢保持時間に与える影響～”を参考にした。よって、推定する着座姿勢は上体は前傾・直立・後傾・休憩の 4 種類、腰部は前縁・後縁の 2 種類、脚部は垂下・投足・膝組・後方の 4 種類となり、全て組み合わせると合計 32 種類となる[3]。厚生労働省の新しい「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」を参考にすると直立・後縁・垂下の組み合わせが VDT 作業を行うのに適切な着座姿勢となる[1]。

† 千葉工業大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻
Electrical, Electronic and Computer Engineering Speciality,
Engineering Graduate Course Chiba Institute of Technology
Graduate School

‡ 千葉工業大学工学部電気電子情報工学科
Department of Electrical, Electronic and Computer
Engineering Faculty of Engineering, Chiba Institute of
Technology

表 1 着座姿勢図

部位	状態			
上体	前傾 	直立 	後傾 	休憩 
腰部	前縁 	後縁 		
脚部	垂下 	投足 		
		膝組 	後方 	

2.3 深度センサとセンサ椅子のシステム構成

深度センサとセンサ椅子のシステム構成図を図 1 に示す。図 1 の実線の矢印が深度センサのシステム構成の流れで図 1 の破線の矢印がセンサ椅子のシステム構成の流れを表している。

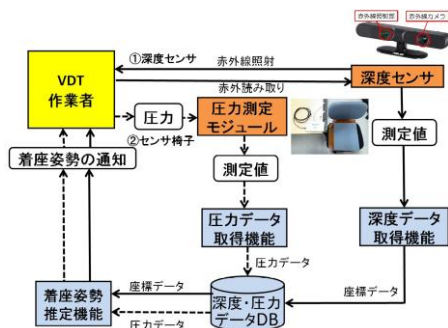


図 1 深度センサ(①)とセンサ椅子(②)のシステム構成図

3. 深度センサを用いた着座姿勢通知機能の設計・試作

3.1 深度センサ

3.1.1 システム構成

深度センサは VDT 作業者に赤外線照射をし、照射した赤外線を読み取ることで、深度画像データを取得し、深度データ取得機能に深度画像データを送信する。

3.1.2 深度データ取得機能の設計

深度データ取得機能は、深度センサから得られる深度画像データを用いて、VDT 作業者の体のパーツの座標データを取得し、データベースに座標データを蓄積するプログラムである。プログラムは深度センサの SDK である OpenNI を用いて作成した。OpenNI は赤外線照射部や赤外線カメラといったデバイスをコントロールする Device 部とジェスチャ認識や背景差分等を行う Middleware 部を統合して扱うインターフェースとなっている。

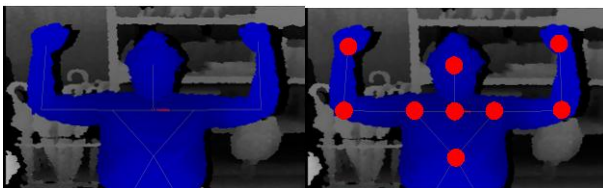


図 2 深度画像データ(座標の決定)と(取得できる座標)

次に、深度画像データから座標データを取得する処理について説明する。はじめに、深度画像データから人物の輪郭を抽出する。次に輪郭から左右の手、頭部の順に検出する。そして、肩幅、上腕、前腕の長さを計算し、体のパーツの座標を決定する。取得できる座標を図 2 に丸で示す。

座標データは mm (ミリメートル) で出力される。サンプリング周波数は 10Hz である。

3.1.3 座標データデータベースの設計

座標データデータベースは、深度データ取得機能によって作成される座標データが格納されたデータベースである。座標データデータベースには教師データも含まれる。

3.1.4 着座姿勢推定機能の設計

着座姿勢推定機能は、深度データ取得機能から得られた座標データを用いて、着座姿勢の推定を行う機能である。推定手法は、測定データをデータベースに格納されている教師データの各着座姿勢の中心ベクトルと比較をし、類似度を出す。類似度はコサイン類似度で算出する。教師データはまず、各着座姿勢 (32 パターン) のデータを 100 個ずつ測定する。そのデータを使って、各着座姿勢の中心ベクトルを算出する。データの成分を p 、成分の数を k 、データの番号を n とし、各着座姿勢の中心ベクトルを算出すると、 $\vec{a} = (p_1, p_2, \dots, p_k)$ 、 $|\vec{a}| = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_k^2}$

$$\vec{e} = \frac{\vec{a}}{|\vec{a}|} = \left(\frac{p_1}{|\vec{a}|}, \frac{p_2}{|\vec{a}|}, \dots, \frac{p_k}{|\vec{a}|} \right)$$

となる。各着座姿勢の中心ベクトルをまとめたものが、教師データとなる。コサイン類似度とはベクトルの向きの近さを指標にしたもので、ベクトルの向きが一致している場合は 1、直交している場合は 0、向きが反対の場合は -1 とする。データの成分を p 、成分の数を k とし、教師データを $\vec{a} = (p_{1a}, p_{2a}, \dots, p_{ka})$ とする。測定データを

$\vec{b} = (p_{1b}, p_{2b}, \dots, p_{kb})$ とする。教師データと測定データの内積は、 $\vec{a} \cdot \vec{b} = (p_{1a} \cdot p_{1b} + p_{2a} \cdot p_{2b} + \dots + p_{ka} \cdot p_{kb})$

と表される。また、教師データのベクトルの長さは、 $|\vec{a}| = \sqrt{p_{1a}^2 + p_{2a}^2 + \dots + p_{ka}^2}$ と表され、測定データのベクトルの長さは、 $|\vec{b}| = \sqrt{p_{1b}^2 + p_{2b}^2 + \dots + p_{kb}^2}$ と表される。そして、コサイン類似度は、コサイン類似度 $= \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|}$ と

なる。

教師データの各着座姿勢の中心ベクトルとの類似度を出し、類似度が一番高かったものを推定された着座姿勢として VDT 作業者に通知する。

3.2 深度センサを用いた着座姿勢推定機能の試作

3.2.1 使用する深度センサについて



図 3 Xtion PRO

表 2 Xtion PRO のスペック

機能	深度センサ
深度センサの有効距離	0.5m～3.5m
サイズ (W×D×H)	180mm×40mm×50mm
電源	バスパワー駆動

本研究では市販されている深度センサについて、検討を行った。ASUSTeK 製のモーションキャプチャデバイス「Xtion PRO」である（図 3）。Xtion PRO のスペックを表 2 に示す。本研究では深度センサで VDT 作業者の撮影をする。深度センサは VDT 作業者の上半身全体が撮影できるように、PC のディスプレイ上部辺りに設置する。ディスプレイと VDT 作業者との距離は約 0.6m である。Xtion PRO の深度センサの有効距離は 0.5m ほどになっていて条件を満たしている。そのため、本研究では Xtion PRO を使用する。Xtion PRO は図 3 に示してあるように、赤外線照射部と赤外線カメラの 2 つが搭載されている。動作としては、まず赤外線照射部より赤外線パターンを照射し、照射された赤外線パターンを赤外線カメラで撮影する。そして、赤外線カメラで撮影した画像から距離を計算する。

3.2.2 深度データ取得機能の試作

深度データ取得機能は、深度センサから得られる深度画像データを用いて、VDT 作業者の体のパーツの座標データを取得し、データベースに座標データを蓄積するプログラムである。プログラムは Xtion PRO の SDK である OpenNI に用意されていたサンプルプログラムをもとに作成した。

3.2.3 着座姿勢推定機能の試作

着座姿勢推定機能は、深度データ取得機能から得られた座標データを用いて、着座姿勢の推定を行う機能である。着座姿勢の推定を行うためには、教師データを作成するための各着座姿勢の中心ベクトルの計算や、コサイン類似度の計算を行う必要がある。それらの計算を行うツールとして bayon を用いた。bayon はシンプルなデータクラスタリングツールで、様々なオプションを設定してクラスタリングを実行することができる。

4. 圧力センサを用いた着座姿勢通知機能の設計・試作

4.1 システム構成

システム構成図を図 1 の破線の矢印に示す。VDT 作業者はセンサ椅子に座ることで椅子の座面の 720 点分の測定値が PC に送られる。そして、圧力データ取得機能によって圧力データとして取得して DB に蓄積される。DB に蓄積された圧力データを用いて着座姿勢推定機能で VDT 作業者の着座姿勢の推定を行い VDT 作業者に着座姿勢を通知する。

4.1.1 圧力測定モジュールの設計

図 1 の圧力測定モジュールによって圧力が測定される。圧力測定モジュールでは株式会社シロクの LL Sensor を使用して椅子の座面の圧力を測定する。圧力測定モジュールによって測定された測定値が PC に転送される。図 1 の圧力データ取得機能によって転送された測定値が圧力データとなる。センサ椅子で測定された圧力データは LL Sensor に付属するソフトウェアの LL Test によって dat 形式で蓄積され、それぞれのデータを識別できるように ID を付けて圧力データ DB に転送される。図 1 の圧力データが保存される。圧力データ取得機能で転送された圧力データが保存される。図 1 の着座姿勢推定機能では 3.1.4 で述べた同じ手法で着座姿勢を推定する。推定された着座姿勢を VDT 作業者に通知する。

4.2 着座姿勢通知機能の試作

4.2.1 圧力測定モジュールの試作

圧力測定モジュールとしてセンサ椅子を試作した。センサ椅子は圧力センサを椅子の座面に取り付けることで座面の圧力を測定することができる。本研究では株式会社シロクの LL Sensor を使用した。LL Sensor の構造はコイルが直交するセル部と圧力に応じて可動する金属シートの間に緩衝材が入っている。LL Sensor に圧力がかかると金属シートがセル部に近づいて電磁結合が変化する。その結合係数を検出することで各セルの圧力を表示する。測定された信号値は圧力値になるように変換される。LL Sensor の素子間隔は 12.5[mm] で 720 点の測定をすることができる。センサ椅子を図 4 に示す。

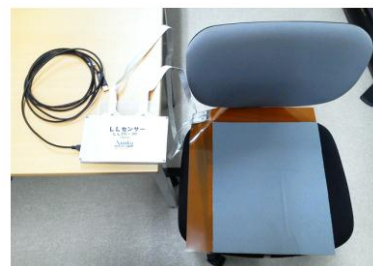


図 4 センサ椅子

4.2.2 圧力データ取得機能の試作

圧力データ取得機能は LL Sensor に付属するソフトウェア LL Test を用いた。測定値は LL Test によって測定され

たデータを保存することができる。また、LL Test によりリアルタイム面圧分布表示やオプションを変更することができる。LL Sensor によって計測されたデータは dat ファイル形式で蓄積される。

4.2.3 着座姿勢推定機能の試作

着座姿勢推定機能として 3.2.3 に述べたクラスタリングツールの bayon を使用した。

5. 評価実験

5.1 評価実験

5.1.1 評価方法

本研究では実験の評価方法として F 値を用いる。F 値とは正確性と網羅性を総合的に評価するための指標である。

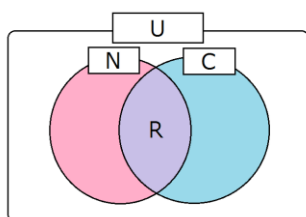


図 5 正確性と網羅性のベン図

正確性は推定結果として得られた集合中に、どれだけ推定に適合した着座姿勢を含んでいるかという指標である。R を正確に推定された着座姿勢の数、N を推定結果の

着座姿勢の数とすると、正確性は $\alpha = \frac{R}{N}$ で求められる。

網羅性は推定結果として適合している着座姿勢（正解の着座姿勢）のうちで、どれだけの着座姿勢を推定できているかという指標である。C を全対象中の正解の着座姿勢

の数とすると、網羅性は $\beta = \frac{R}{C}$ で求められる。

F 値 (F-measure) は正確性と網羅性の調和平均であり、

$$F\text{値} = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \beta}{\alpha + \beta}$$
 で求められる。F 値が高ければ精度が良いことを意味する。

5.2 深度センサを用いた評価実験

5.2.1 実験概要

実験は、まず教師データ作成用として各着座姿勢（32 パターン）のデータを 100 個ずつ測定する。次に、測定データとして各着座姿勢（32 パターン）のデータを 100 個ずつ測定する。測定は合計 5 回（教師データ作成用の測定を含めると 6 回）行う。データはどの実験についても同じデータを使用する。取得するデータは X 座標（横座標）、Y 座標（縦座標）、Z 座標（奥行き座標）である。測定 1 回につき、推定を 1 回行う。推定手法については、3.1.4 に述べた通りである。そして F 値も測定 1 回ごとに算出す

る。実験結果は測定 5 回のうちの最大値と平均値をそれぞれ示す。

5.2.2 実施した実験内容

本研究では 7 通りの実験を行う。

実験 D1：頭と両肩の 3 点の座標で推定を行う。

実験 D2：頭、首、胸、両肩、両肘、両手の 9 点の座標で推定を行う。

実験 D3：頭、首、胸、両肩、両肘の 7 点の座標で推定を行う。

実験 D4：頭、首、胸、両肩の 5 点の座標で推定を行う。

実験 D5：実験 D2 と同じ 9 点の座標で推定を行う（教師データにクラスタリング結果が良かったものを使用）。

実験 D6：左肩を原点とした頭、首、胸、右肩、両肘、両手の 8 点の座標で推定を行う（測定点毎に推定）。

実験 D7：左肩を原点とした頭、首、胸、右肩の 4 点の座標で推定を行う（測定点毎に推定）。

今回は実験 D1 と D4 のみの結果を示す。

5.2.3 実験 D1

実験 D1 は、試作した推定手法でどの位の推定精度があるのかを調査するために行った。実験方法は頭と両肩の 3 点の座標を使って推定を行う。実験結果が以下の 5 つの表となり、32 パターン全体での F 値の平均値は 0.15 となる。

表 3 胸部が前縁の場合の F 値

状態	垂下	投足	膝組	後方
前傾	0.65	0.01	0.29	0.29
直立	0.13	0.02	0.00	0.36
後傾	0.00	0.08	0.38	0.00
休憩	0.00	0.21	0.01	0.05

表 4 胸部の後縁の場合の F 値

状態	垂下	投足	膝組	後方
前傾	0.05	0.20	0.00	0.67
直立	0.20	0.35	0.15	0.00
後傾	0.00	0.00	0.11	0.23
休憩	0.26	0.00	0.00	0.20

表 5 上体のみの F 値平均値

	前傾	直立	後傾	休憩
F 値	0.99	0.94	0.84	0.92

表 6 腰部のみの F 値平均値

	前縁	後縁
F 値	0.81	0.76

表 7 脚部のみの F 値平均値

	垂下	投足	膝組	後方
F 値	0.23	0.27	0.27	0.32

5.2.4 実験 D4

実験 D4 は、一番ずれを生じやすい両手の座標を減らしたが、精度の向上が見られなかった。そのため、両手の次にずれが生じやすいと考えられる両肘の座標も減らすことで、どの程度の推定精度になるのかを調査するために行った。実験方法は頭と両肩、首、胸の 5 点の座標を使って推定を行った。

実験結果が以下の 5 つの表となり、32 パターン全体での F 値の平均値は 0.16 となる。

表 8 腰部が前縁の場合の F 値

状態	垂下	投足	膝組	後方
前傾	0.59	0.12	0.25	0.31
直立	0.13	0.00	0.00	0.31
後傾	0.00	0.14	0.37	0.00
休憩	0.00	0.19	0.07	0.17

表 9 腰部が後縁の場合の F 値

状態	垂下	投足	膝組	後方
前傾	0.05	0.20	0.00	0.57
直立	0.06	0.34	0.02	0.00
後傾	0.00	0.00	0.24	0.33
休憩	0.27	0.00	0.17	0.20

表 10 上体のみでの F 値

	前傾	直立	後傾	休憩
F 値	0.99	0.91	0.85	0.93

表 11 腰部のみでの F 値

	前縁	後縁
F 値	0.82	0.79

表 12 脚のみでの F 値

	前傾	直立	後傾	休憩
F 値	0.99	0.91	0.85	0.93

5.2.5 各実験の結果

各実験の F 値の平均値を表 13 に示す。

表 13 32 パターン全体の F 値の平均値

実験名	F 値の平均値
実験 D1	0.15
実験 D2	0.16
実験 D3	0.13
実験 D4	0.16
実験 D5	0.18
実験 D6	0.13
実験 D7	0.11

5.3 センサ椅子を用いた評価実験

5.3.1 実験概要

椅子の高さは“新しい「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の策定について”を参考にし、被験者に適切な高さにするため 41cm とした[3]。また、測定データは測定を 5 回行って、そのデータをそれぞれの実験方法に合わせて変更した。教師データに用いたデータはクラスタリングをして同じ着座姿勢で 100 個ずつに分類されたデータを用いた。

5.3.2 実施した実験内容

本研究では 5 通りの実験を行う。

実験 P1：教師データに用いる中心ベクトルの要素数を 50 個にして実験を行う。

実験 P2：教師データに用いる中心ベクトルの要素数を測定点と同じ 720 個にして実験を行う。

実験 P3：センサ椅子の座面を 4 分割にしてそれぞれ教師データと測定データを作成して実験を行う。教師データ

に用いる中心ベクトルの要素数はセンサ椅子を 4 分割した 1 つの区画の最大数である 180 個とする。

実験 P4：圧力が強い測定点のデータだけ用いるため、教師データと測定データを共に圧力の値が 10 以上のデータを用いて実験を行う。教師データに用いる中心ベクトルの要素数は 720 個とする。

実験 P5：実験 P4 よりも更に圧力が強い測定点のデータを用いるため、教師データと測定データを共に圧力の値が 15 以上のデータを用いて実験を行う。教師データに用いる中心ベクトルの要素数は 720 個とする。

今回は実験 P1 と P5 のみの結果を示す。

5.3.3 実験 P1

実験 P1 は、中心ベクトルの要素数を 50 個にした時の推定精度を調べるために行った。その実験方法として中心ベクトルの要素数を 50 個にした教師データで推定を行った。5 回行った測定データを実験 P1 に合わせて変更した。実験結果が表 14 と表 15 となり、実験 P1 の F 値の平均値は 0.38 となる。

表 14 実験 P1 の前縁の F 値の平均値

状態	垂下	投足	膝組	後方
前傾	0.39	0.33	0.69	0.61
直立	0.19	0.38	0.60	0.00
後傾	0.60	0.00	0.47	0.00
休憩	0.00	0.30	0.06	0.20

表 15 実験 P1 の後縁の F 値の平均値

状態	垂下	投足	膝組	後方
前傾	0.16	0.48	0.61	0.59
直立	0.63	0.57	0.62	0.35
後傾	0.27	0.20	0.25	0.53
休憩	0.00	0.47	0.93	0.56

5.3.4 実験 P5

実験 P5 は、実験 P5 は実験 P4 よりも特徴がある測定点の数を少なくしたデータを用いることによる推定結果の変化を調べるために行った。実験 P5 は圧力が強い測定点の値だけ用いるため、教師データと測定データを共に 15 以上の値を用いて推定を行った。教師データに用いる中心ベクトルの要素数は 720 個とする。5 回行った測定データを実験 P5 に合わせて変更してその測定データで行った。実験結果が表 16 と表 17 となり、実験 P1 の F 値の平均値は 0.38 となる。

表 16 前縁の場合の F 値の平均値

状態	垂下	投足	膝組	後方
前傾	0.30	0.27	0.93	0.66
直立	0.35	0.33	0.60	0.34
後傾	0.74	0.20	0.84	0.21
休憩	0.38	0.46	0.76	0.33

表 17 後縁の場合の F 値の平均値

状態	垂下	投足	膝組	後方
前傾	0.20	0.72	0.82	1.00
直立	0.40	0.83	0.91	0.98
後傾	0.66	0.61	0.79	0.52
休憩	0.68	0.58	0.79	0.74

5.3.5 各実験結果の考察

各実験の結果を以下の表 18 と表 19 に示す。

表 18 各実験の F 値と最大値の平均値

	各実験の F 値の 平均値	各実験の F 値の 最大値の 平均値
実験 P1	0.38	0.77
実験 P2	0.54	0.96
実験 P3	0.47	0.93
実験 P4	0.51	0.90
実験 P5	0.59	0.99

表 19 各実験の前縁と後縁の F 値の平均値

	各実験の 前縁の F 値の 平均値	各実験の 後縁の F 値の 平均値
実験 P1	0.30	0.45
実験 P2	0.38	0.69
実験 P3	0.36	0.59
実験 P4	0.32	0.70
実験 P5	0.48	0.70

5.4 評価実験の考察

深度センサの評価実験の結果から 32 パターン全体の F 値の平均値で見ると、教師データにクラスタリング結果が良かったものを使用した実験 D5 が 1 番良くなった。しかし、実験 D5 は上体のみ・腰部のみの F 値の平均値で見ると、評価実験の場合と比べて推定精度が低くなった。逆に上体のみの F 値の平均値が 1 番高かったものは実験 D1 で、その次に僅差で実験 D4 が高かった。腰部のみの F 値の平均値が 1 番高かったものは実験 D4 だった。実験 D4 は 32 パターン全体の F 値の平均値で見ても、2 番目に良い推定精度であった。これらのことから、測定点は測定するたびにずれが生じにくい点（頭、両肩、首、胴）にすることで推定精度が向上すると考えられる。また、教師データにはクラスタリング結果が良いものを使用することで、さらに精度が向上すると考えられる。また、32 パターン全体の F 値の平均値が全体的に低い結果となったのは、今回推定手法に用いたコサイン類似度が関係していると考えられる。コサイン類似度は比較する 2 つのベクトルのなす角のコサイン値をとったもので、ベクトルの向きの近さを表現するものである。教師データの各着座姿勢で類似度を算出してみたところ、当然ながら 1 番類似度が高くなるのは正しい着座姿勢だが、2 番目の類似度を見ると間違った着座姿勢であるにも関わらず、0.90 以上と非常に高い類似度となっていた。このことから、測定のたびにずれを生じてしまうと、間違った着座姿勢に推定されてしまうと考えられる。

次に、センサ椅子の評価実験の結果から表 18 の平均値と最大値の差が大きいので推定精度にばらつきがあると考えられる。同じ方法で実験を行っても毎回座る位置がずれてしまうため座面にかかる圧力の位置が変わってし

まうことで推定精度にばらつきがあると考えられる。また、表 19 の前縁と後縁の F 値の平均値から後縁は背もたれを目安にして座るので座る位置があまり変わらず推定結果が高くなると考えられるが、前縁は目安がないため座る位置が大幅に変わってしまうことがあり、推定結果が低くなったと考えられる。また、表 18 の F 値の平均値から教師データに用いる要素数を多くすることで着座姿勢の特徴を細かく捉えることができるようになり推定精度が向上したと考えられる。更に圧力の値が 15 以上のデータだけを用いて推定を行うと他の着座姿勢と差別化できるために推定精度が向上すると考えられる。よって、圧力が強い点だけを多く中心ベクトルの要素に加えることで推定精度が向上すると考えられる。

6. おわりに

本研究では、VDT 作業者に着座姿勢を通知することで VDT 症候群を予防することを目的とし、着座姿勢を通知するために深度センサと圧力センサを用いたセンサ椅子を用いて着座姿勢の推定をそれぞれ行った。その結果、深度センサでは、上体・脚部の状態の推定は高い精度で行えたが、脚部の状態の推定については精度が低いので、今後も改良をしていく必要があると言える。そして、圧力センサを用いたセンサ椅子では推定精度を向上させるために 5 通りの実験を行い、F 値の平均値を 0.59 まで向上させたが毎回座る位置がずれてしまうため座面にかかる圧力の位置が変わってしまうことで推定精度にばらつきが出てしまったためセンサ椅子に対しても改良していく必要があるといえる。

今後の課題としてこの二つのセンサを組み合わせる研究を行うことで推定精度の向上を考えている。

参考文献

- [1]厚生労働省，“新しい「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の策定について”，
<<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/04/h0405-4.html>>(参照 2012-1-26)
- [2]厚生労働省，“平成 20 年技術革新と労働に関する実態調査の概況”，
<<http://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/saigai/anzen/08/index.html>>(参照 2012-1-26)
- [3]遠田敦，横田善夫，岡正俊，石川弘二，生原悟，林田和人，渡辺仁史，“身体情報別に見た VDT 作業時の着座姿勢に関する研究その 2～身体情報が着座姿勢保持時間に与える影響～”，日本建築学会大会学術講演概要集(北海道)(2004 年 8 月)
- [4]株式会社シロク，“LLSENSOR”，
<<http://www.llsensor.com/index.html>>(参照 2012-1-26)
- [5]Mizuki Fujisawa，“bayon”，
<<http://code.google.com/p/bayon/>>(参照 2012-2-5)