

# 頭上からの撮影画像による 机上活動の類似度に関する基礎研究

村上 肇\*

(平成30年10月31日受理)

## Fundamental study on the similarity of desk top activities using photography from overhead

Hajime MURAKAMI\*

In recent years, the health monitoring technique for activities of daily living (ADL) performed by the aged person has been required in Japan. In order to solve the problem of our society, various image recording and processing techniques have been developed and used. In this study, the photography from overhead is adopted for considering to privacy, and the similarity of desk top activities is investigated. A head area during an activity was estimated with image processing, and displacement of the center of the area between continuous still pictures was calculated. Five-number summary (the maximum, the minimum, and three quartiles) of the displacement during the activity was obtained. The probability detected from the difference between two activities was calculated from the five numbers which are assumed to follow t-distribution. The similarity score of the activities was defined as the ratio of a number which was not counted as the significant differences. Experiments of three cervical movements and seven desk top activities were performed and the similarity scores were obtained. Those from the cervical movements clearly indicated the difference of movements. Those from the desk top activities indicated the similarity of the head movement during such activities.

Key words: health monitoring, activities of daily living (ADL), image recording and processing techniques, photography from overhead, five-number summary

### 1. はじめに

社会の高齢化が進む我が国において、高齢者の日常活動の観測は、当該者の健康状態を把握する上で重要である。高齢者の健康維持へのニーズは高いことから、体調不良を検出するのは当然であるが、体調不良になる前の状態を観測し、体調不良の予兆を検出することも重要である。

従来の行動計測は、一般的な生活空間内の全身運動や四肢運動が対象であった。一方、今後必要とされる高齢者の行動解析は、座位において、あらかじめ想定されている動作を

---

\* 工学科(知能機械・情報通信学系)教授  
Professor, Division of Intelligent Machine, Department of Engineering

どれくらい行うか、といった着座行動,特に机上活動の定量化に重点が移ると考えられる。その定量化に際しては、無拘束・非接触な画像解析が有効である。近年は電子情報通信技術の進歩により、画像の取得・処理が容易に行われるようになってきている。それらの画像デバイスは産業用機器だけでなく身近な家電製品にも搭載され、高機能化や省エネルギーに寄与している（たとえば、日立のエアコンに搭載された「くらしカメラ」<sup>[1]</sup>）。同様の機器が家庭へ普及していくことが予想され、画像データを活用した予防医療の知見集積に貢献する。

活動の定量化について顔画像を用いた事例は多く、たとえば頭部運動方向推定についての報告<sup>[2]</sup>があるが、プライバシーに関する懸念がある。そこで本研究では(1)プライバシーへの配慮、とともに(2)身体の位置ずれに対する頑健性、から、室内天井のような高所に設置したカメラからの俯瞰画像、すなわち頭上からの撮影画像を用いる。そのような事例としては、たとえば男女識別の報告<sup>[3]</sup>があるが、机上活動の定量化という試みは見受けられない。

頭上からの撮影画像という限定された情報から撮影対象者の活動を定量化するという手法は、データを大量に取得し、多様な形で活用していくことにつなげやすい。本手法の確立により、健康寿命延伸の重要な要素である主体的なシニア生活のためのセルフケアツール開発も可能となり、予防医療業界だけではなく、シニア向けのアミューズメント産業への波及の可能性もある。

本研究ではそのような手法の基盤となる技術の蓄積を目指し、頭上からの撮影画像による机上活動の類似度に関する検討を行う。撮影画像から頭部領域を推定し、その移動量を計算する。活動時間内でのそれらの分布を表す統計量として5数要約（最大値、第3四分位数、中央値、第1四分位数、最小値）<sup>[4]</sup>に着目し、異なる活動においてそれらに生じる差異を定量的に論ずることで、活動の類似度に関する基礎的な知見を得たので報告する。

## 2. 理論

### 2.1 処理手順

本研究では、頭上から撮影した画像から対象者の頭部領域の重心座標を定める。そして時間的に連続する一連の画像から重心座標の移動量を求めることで、机上活動の特徴を抽出し、活動の類似度を定量化する。本章では、2.2~2.3で頭部領域の重心座標の推定について述べ、次に2.4で頭部の移動量の計算方法を述べる。さらに2.5で5数要約による特徴の記述と類似度の定量化について述べる。

### 2.2 画像の2値化

対象者が日常生活動作を遂行している状況を、上方に設置したカメラで、カラーの連続静止画として集録する。頭上から撮影したカラー画像から対象者の頭部領域を定めるにあたり、ここでは対象者の頭髮に着目し、明度値を2値化して画像の黒色領域を抽出する。

当初得られるのはカラー静止画であり、各画素がRGBそれぞれ8ビットで表現される3

次元ベクトルである．ここからモノクロ画像の濃度値を得るために，式1に  $R$ ,  $G$ ,  $B$  の値を代入して，明度（輝度） $L$  に変換する<sup>[5]</sup>．これは数学的には，RGB3次元ベクトルと無彩色化ベクトル(0.299, 0.587, 0.114)との内積を求める操作となる．

$$L = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B \quad (1)$$

式1の操作により，各画素は，RGB3次元ベクトルから明度値  $L$  を示すスカラーとなる．本研究では対象者の頭部として黒色の頭髪を想定しているが，たとえば茶髪や他の色であった場合には，無彩色化ベクトルの代わりに適切な色ベクトルを採用し，式1の  $R$ ,  $G$ ,  $B$  の係数を変更する．

次に，明度値  $L$  から，当該画素が黒色か否かを判別し，2値化する． $L$  の範囲のうちの低位 1/4 を黒色と判別する．全画素の明度の最大値を  $L_{max}$ ，最小値を  $L_{min}$  とすると，ある画素の明度  $L(x, y)$  が，式2に示すしきい値  $L_0$  を下回ることで，当該画素が黒色であると判別する．

$$L_0 = (L_{max} - L_{min})/4 + L_{min} \quad (2)$$

画素としきい値とを比較し，2値化情報  $a(x, y)$  について， $L(x, y) \geq L_0$  であれば  $a(x, y)=0$ ， $L(x, y) < L_0$  であれば  $a(x, y)=1$ ，として黒色画素を表す．なお，たとえば対象者が白髪であれば，明度の範囲の上位に着目して2値化する．

### 2.3 頭部領域の抽出

前節で求めた黒色領域 ( $a(x, y)=1$  なる領域) は，頭部の他に，背景や着衣なども含む．本研究では，机上活動を頭部運動で推定することから，頭部である黒色領域は時間進行とともに移動し，それ以外の黒色領域は静止していると仮定する．そこで，時間的に連続する2枚の画像の差分を求め，移動している黒色領域を抽出する．

1枚目の画像の2値化情報を  $a_1(x, y)$ ，2枚目の画像の2値化情報を  $a_2(x, y)$ ，とする．式3, 4により，1枚目の差分情報  $\Delta a_1(x, y)$ ，2枚目の差分情報  $\Delta a_2(x, y)$  を求める．

$$\begin{aligned} \text{if } (a_1(x, y)=1 \text{ and } a_2(x, y)=0) & \quad \text{then } \Delta a_1(x, y) = 1 \\ & \quad \text{else } \Delta a_1(x, y) = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{if } (a_1(x, y)=0 \text{ and } a_2(x, y)=1) & \quad \text{then } \Delta a_2(x, y) = 1 \\ & \quad \text{else } \Delta a_2(x, y) = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

ところで，四肢の運動であれば着目する領域の移動量は大きく，2枚の画像における領域の重なりは小さいので，このような差分処理によって1, 2枚目それぞれで着目領域の抽出が可能である．一方，頭部運動では着目する頭部領域の移動量はわずかであり，2枚の

画像における頭部領域の重なりは大きいので、差分処理で抽出される領域（以下、差分領域）は頭部の一部でしかない。

そこで、差分領域を包含する黒色領域を頭部領域と考える。まず、1枚目の画像における頭部領域推定手順は以下のとおりである。

- (i) 差分領域 ( $\Delta a_1(x, y)=1$  となる領域) の重心を求める。その重心<sup>[6]</sup>の座標を  $(C_{\Delta 1x}, C_{\Delta 1y})$  とする。
- (ii) 差分領域の重心座標の画素と 4-連結<sup>[6]</sup>する黒色画素の領域を、頭部領域と推定する。ただし偶然、重心  $(C_{\Delta 1x}, C_{\Delta 1y})$  が孔である可能性がある。そこで、そこから  $p$ [pixel]離れた4点： $(C_{\Delta 1x} \pm p, C_{\Delta 1y})$ ,  $(C_{\Delta 1x}, C_{\Delta 1y} \pm p)$ からも、4-連結する黒色画素の領域を探索する。それらを合わせて、頭部領域と推定する。
- (iii) 推定された頭部領域の重心座標を  $(C_1x, C_1y)$  とする。

2枚目の画像についても、同様に推定する。以上の概念を Fig. 1 に示す。Fig. 1(a)は、1枚目のカラー画像、同(b)は1枚目のモノクロ画像に差分領域と頭部領域を重ね合わせた画像である。ここで青色の領域が差分領域 ( $\Delta a_1(x, y)=1$  となる領域) で、水色の正方形で示した位置が差分領域の重心座標  $(C_{\Delta 1x}, C_{\Delta 1y})$  である。緑色の領域は、推定された頭部領域から差分領域を除外した範囲 (頭部領域のうちで、 $\Delta a_1(x, y)=0$  and  $a_1(x, y)=1$  である、すなわち  $a_1(x, y)=1$  and  $a_2(x, y)=1$  である画素の領域) である。そして青色の領域と緑色の領域を合わせて頭部領域となる。黒色の正方形で示した位置が頭部領域の重心座標  $(C_1x, C_1y)$  である。同様に、同(c)は2枚目のカラー画像、同(d)は2枚目のモノクロ画像に差分領域と頭部領域と重ね合わせた画像である。

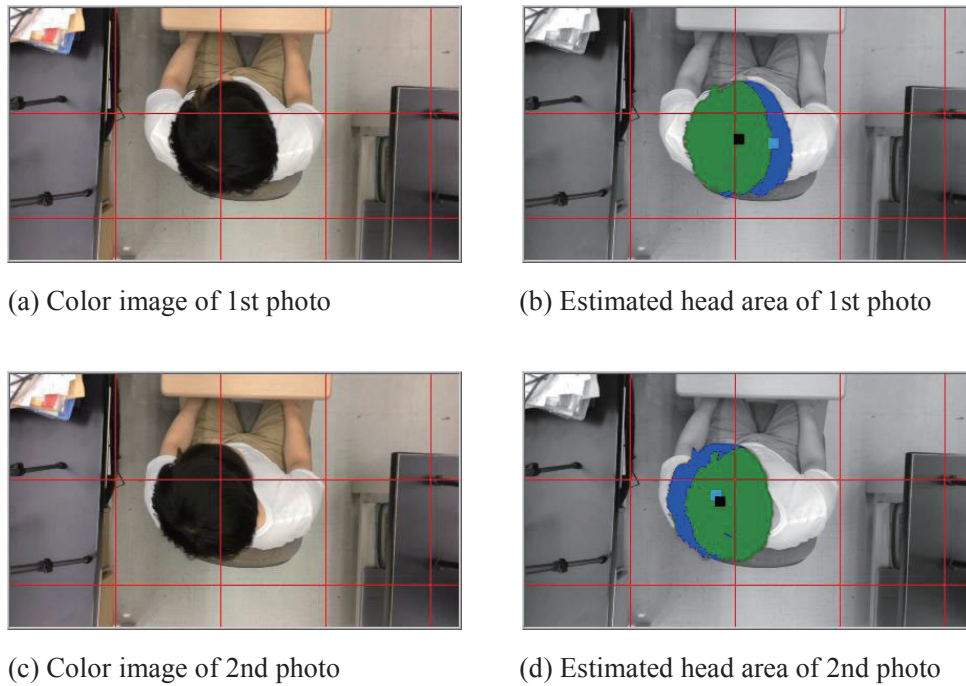


Fig.1 Estimation of the head area

#### 2.4 頭部領域の移動量の推定

前節で求めた頭部領域の重心座標が、1枚目から2枚目でどのように移動したかで、頭部領域の移動量を推定する。すなわち、x方向の移動量  $dx$  については式5で、y方向の移動量  $dy$  については式6で、計算される。

$$dx = C_2x - C_1x \quad (5)$$

$$dy = C_2y - C_1y \quad (6)$$

移動量  $dx$ ,  $dy$  は、連続する2枚の画像の間の変化分を示している。重心の絶対位置を求めるには、一連の画像の最初の重心座標に、移動量  $dx$ ,  $dy$  を順次加算すればよい。

なお、頭部の重心座標と差分座標を結ぶ線分を求め、1枚目の線分と2枚目の線分とがなす角によって頭部の回転を推定することが原理的に可能ではあるが、本研究では特に議論しない。

#### 2.5 5数要約による机上活動の類似度の計算

本研究の目的は、頭部領域の移動量  $dx$ ,  $dy$  から机上活動を特徴づけることである。ところで  $dx$  や  $dy$  は瞬時的な移動量であり、単独の値で机上活動を論ずることはできない。そこで、活動遂行中の一連の連続静止画から多数の移動量を集録し、そこから机上活動を特徴づける指標を得る。

机上活動の遂行時には、活動の種類によって頭部が大きく動いたり小さく動いたりすると予想される。したがって頭部領域移動量のばらつき、分布によって、机上活動の特徴づけられる。頭部領域移動量が特定の分布を示すのであれば、分布に関するいくつかのパラメータで記述できる。たとえば、正規分布であれば平均  $\mu$  と分散  $\sigma^2$  で、指数分布であれば単位時間における生起回数の期待値  $\lambda$  で記述できる<sup>[7]</sup>。しかし頭部領域移動量は、その分布型を事前に規定できない。そこで本研究では、最大値、第3四分位数（75パーセンタイル値） $Q_3$ 、第2四分位数（50パーセンタイル値、中央値） $Q_2$ 、第1四分位数（25パーセンタイル値） $Q_1$ 、最小値、で分布の特徴を要約する「5数要約」を導入する。なお今後は、最大値を  $Q_4$ 、最小値を  $Q_0$  と表す。

活動  $i$  を遂行中、全活動時間をいくつかのフレームに分割し、当該フレームごとに  $dx$ ,  $dy$  について5数要約を行い、 $Q_4(dd) \sim Q_0(dd)$ （ただし  $dd = dx, dy$ ）を得る。活動  $i$  におけるフレーム数を  $N_i$  とすると、 $Q_4(dd) \sim Q_0(dd)$  はそれぞれ  $N_i$  個生成される。活動  $j$  についても同様に、 $Q_4(dd) \sim Q_0(dd)$  がそれぞれ  $N_j$  個（ただし  $N_j$  は活動  $j$  におけるフレーム数）生成される。

活動  $i$  と同  $j$  の類似度  $S(i, j)$  を、以下のように計算する。

(i) 最初に  $Q_4(dx)$  に着目する。活動  $i$ , 同  $j$  からそれぞれ  $N_i$  個,  $N_j$  個の  $Q_4(dx)$  が得られるので、これを二標本  $t$  検定の要領で比較する。「2群に差がない」との帰無仮説の下で平均値の差が生じる確率  $p_4(i, j; dx)$  を計算する。

(ii) 同様に、活動  $i$ , 同  $j$  の  $Q_3(dx) \sim Q_0(dx)$  から  $p_3(i, j; dx) \sim p_0(i, j; dx)$  を計算する。また  $dy$  について  $p_4(i, j; dy) \sim p_0(i, j; dy)$  を計算する。それにより、活動  $i$  と同  $j$  の類似度を示すための10個の確率値  $p_4(i, j; dd) \sim p_0(i, j; dd)$ （ただし  $dd = dx, dy$ ）が得られる。なお  $Q_4 \sim Q_0$  のいずれかにおいて、活動  $i$  からの  $N_i$  個と、同  $j$  からの  $N_j$  個が、それぞれ同じ値である場合、両群の合成分散が0となり、その確率値（ $p_4 \sim p_0$  のいずれか）は計算されない。

(iii) ある確率値が0.05未満であれば「2群に有意差が検出された」と判断されることから、当該指標に対する得点として1を与える。また0.05以上0.10未満であれば心理学で呼ぶところの「有意傾向」<sup>[8]</sup>であることから得点0.5を与える。10個の確率値からの得点の合計を計算すると、活動  $i$  と同  $j$  の関係について0~10点が得られるが、これは「差がある」ことの評価値となる。したがって「類似」を表す得点は、前述の合計を定数10から減ずることによって得られる。さらにその値を最大値10で除して規格化し、これを、活動  $i$  と同  $j$  の類似度  $S(i, j)$  と呼ぶ。

### 3. 頸部運動の類似度

#### 3.1 実験方法

机上活動の類似度の検討に先立ち、頭部の運動（運動学的には「頸部運動」）について、2.4で述べた頭部の推定移動量を求め、2.5で述べた方法に基づいて頸部運動相互の類似度

を評価する。

被験者は 21 歳男性であり，座面高 41cm の椅子に座って，Table 1 に示す頸部運動（前後屈，左右側屈，左右回旋；周期 3 または 4[s]）を，各セット 4 周期ずつ行う。なお，椅座位における頭頂高は 122cm である。

実験では，対象者が日常生活動作を遂行している状況を，上方に設置したカメラで，カラー動画像として集録する。本章では頸部運動を，高さ 200cm に設置したカメラ（Apple 製 iPad ME280J/A）で，720pHD/30fps にて動画像として記録する。画像解析に先立ち，前処理として，1 秒間隔でサブサンプリングすることにより連続静止画に変換するとともに，処理を容易にするために，1280×720 画素から，640×360 画素にサイズ変換する。

連続静止画を 2.2～2.4 で述べた手順で処理することにより，1 秒間隔での頭部の移動量の時系列が得られるので，各セットにおける移動量と対応する頸部運動との関係を調べる。なお 2.3 で述べた黒色領域探索におけるパラメータ  $p$  は 20[pixel] である。

また各セットにおいて 2.5 で述べたように頭部の移動量の 5 数要約を行う。そして 3 種類の頸部運動を机上活動と見なし，同一頸部運動の複数のセットの結果を標本とする。異なる頸部運動相互の類似度を求め，それと運動との関係を論ずる。

Table 1 The cervical movement

Set number	Movement	Period[s]
1, 2	Anterior Flexion / Posterior Flexion	3
3, 4	Anterior Flexion / Posterior Flexion	4
5, 6	Right Flexion / Left Flexion	3
7, 8	Right Flexion / Left Flexion	4
9, 10	Right Rotation / Left Rotation	3
11, 12	Right Rotation / Left Rotation	4

### 3.2 実験結果

すべてのセットにおける  $x$  方向の移動量  $dx$ [pixel] と  $y$  方向の移動量  $dy$ [pixel] との散布図を Fig. 2 に示す。赤のプロットは前後屈 (AF/PF)，橙のプロットは左右側屈 (RF/LF)，青のプロットは左右回旋 (RR/LR) を表す。前後屈であれば， $x$  方向の移動量  $dx$  は小さく， $y$  方向の移動量  $dy$  は大きい。また左右側屈であれば， $y$  方向の移動量  $dy$  は小さく， $x$  方向の移動量  $dx$  は大きい。左右回旋であれば， $x$ ， $y$  方向への移動量  $dx$ ， $dy$  はともに小さい。しかしながら，前後屈や左右側屈であっても， $dx$ ， $dy$  がともに小さくなって原点付近に位置し，左右回旋と識別できない場合もある。

3 種類の頸部運動に対する 5 数要約の結果を Table 2 に示す。また 3 種類の頸部運動の相互の確率値  $p_A(dx) \sim p_0(dx)$ ， $p_A(dy) \sim p_0(dy)$  と，類似度  $S$  を Table 3 に示す。前後屈と左右側屈，前後屈と左右回旋では，類似度は 0.15，0.10 と小さな値になった。また左右側

屈と左右回旋は 0.35 と比較的小さな値であるが、前後屈と左右側屈、前後屈と左右回旋よりは大きい。これは実際に観察された頸部運動の挙動の印象と合致する傾向となった。よって、頭部領域の移動量の 5 数要約によって、頸部運動の類似度を記述できることを確認した。

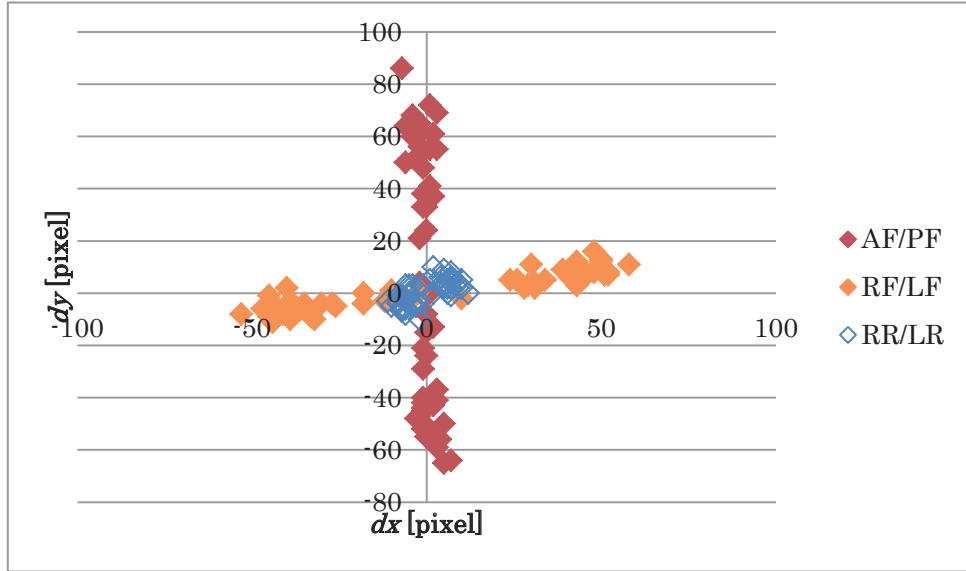


Fig.2 Displacement of the cervical movement

Table 2 Five-number summary of the cervical movement [pixel]

Move- ment	Set number	$dx$					$dy$				
		$Q_4$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_4$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
Anterior	1	7	1.5	0	-4	-7	86	61.25	-7.5	-54.5	-65
Flexion /	2	4	2.5	0	-1.5	-6	69	58.5	-13	-42	-56
Posterior	3	5	1.25	-1	-1	-3	65	40.5	-6.5	-44.25	-50
Flexion	4	3	1	0	-1	-6	72	43.25	-4	-48	-55
Right	5	7	6.25	-1.5	-5.25	-6	4	3	2	-0.5	-10
Flexion /	6	10	5	-3	-4.25	-6	9	2.5	-0.5	-4.25	-6
Left	7	12	7	-0.5	-7.25	-11	8	5	-1	-3	-8
Flexion	8	10	5.75	-1	-7	-10	10	3.25	0.5	-3	-6
Right	9	52	48.25	-14	-34.5	-53	16	8.5	-1	-8.25	-11
Rotation	10	58	48.75	-7	-40	-47	11	7	-1	-3.75	-7
/ Left	11	46	39.5	0	-37.25	-44	11	6.25	-1	-5.25	-11
Rotation	12	52	31.75	-3	-36.75	-45	13	5	2	-4.5	-10



Table 3 Similarity Score between the cervical movements

Movement	$dx$					$dy$					$S$
	$p4$	$p3$	$p2$	$p1$	$p0$	$p4$	$p3$	$p2$	$p1$	$p0$	
AF/PF(1..4) vs RF/LF(5..8)	0.01	0.00	0.10	0.01	0.14	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.15
AF/PF(1..4) vs RR/LR(9..12)	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.10
RF/LF(5..8) vs RR/LR(9..12)	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.03	0.01	0.64	0.07	0.15	0.35

## 4. 机上活動の類似度

### 4.1 実験方法

第2章で述べた原理方法に基づき、机上活動の類似度を論ずる。

実験の設定は基本的に、第3章と同一である。被験者は21歳男性であり、座面高41cmの椅子に座って、Table 4に示す机上活動（1：タイピング、2：書写、3：読書、4：折紙、5：描画、6：スマホゲーム、7：ネットサーフィン）をそれぞれ10分ずつ行う。なお、椅座位における頭部高は122cmである。

机上活動を、高さ200cmに設置したカメラ（Apple製 iPad ME280J/A）で、720pHD/30fpsにて10分間の動画像として記録する。そのうちの5分経過後から1分間（60秒間）を解析する。3.1で述べた前処理、および2.2~2.4で述べた処理により、1秒間隔での頭部の移動量の時系列を得る。ここで15秒を1フレームとして2.5で述べたように頭部の移動量の5数要約を行う。そして7種類の机上活動について、同一の活動の複数のフレームの結果を標本とする。異なる机上活動相互の類似度を求め、それと活動との関係を論ずる。

Table 4 Desk top activity

Set Number	Activity
1	<b>Typing</b> contents of a business book.
2	<b>Writing</b> contents of a business book.
3	<b>Reading</b> contents of a business book.
4	<b>Folding</b> a crane with origami.
5	<b>Drawing</b> a picture of a “Tsukuttarou”.
6	Playing a <b>game</b> on a smartphone.
7	<b>Net-surfing</b> with a note PC.

## 4.2 実験結果

前節で述べたように、それぞれの机上活動において 60 秒分の移動量  $dx$ ,  $dy$  を得て、4 フレームのデータとする予定であった。しかし 2.3 で述べた頭部領域抽出が適切に行えなかった画像もあり、その場合には移動量を計算できなかった。そのような欠落は無視して、15 秒に相当する  $dx$ ,  $dy$  により 1 フレームを構成した。

7 種類の机上活動における各フレームの 5 数要約の結果を Table 5 に示す。また 7 種類の机上活動の相互の確率値  $p4(dx) \sim p0(dx)$ ,  $p4(dy) \sim p0(dy)$  と、類似度  $S$  を Table 6 に示す。机上活動での類似度は、第 3 章の頸部運動での類似度よりも、値が大きい。頸部運動は運動学的な差異は大きく、類似度としての特徴は現れやすい。一方、机上活動は、日常活動としての差異があったとしても頭部の運動学的な差異としては必ずしも明確ではないためと考える。その中で、机上活動 1 (タイピング) と同 3 (読書) との類似度は小さくなった。それらの活動の間では、 $dx$ ,  $dy$  とも、 $p4$ ,  $p3$ ,  $p1$ ,  $p0$  の確率値が小さい。Table 5 での机上活動 3 (読書)  $Q4$ ,  $Q3$ ,  $Q1$ ,  $Q0$  は全体的に小さな値となっており、それらに対して机上活動 1 (タイピング) の値は大きいことから、このような結果になったと考える。

本研究で定義した類似度  $S$  は、2.5 で述べたように 10 個の要素の和として定義している。しかしながら実際に机上活動を観察する際には、10 個のうちの特徴的な要素にのみ着目すればよい。たとえば、机上活動 1 (タイピング) と同 2 (書写) との識別を行うのであれば、 $p4(dx)$ ,  $p3(dx)$ ,  $p1(dx)$ ,  $p0(dx)$ ;  $p3(dy)$ ,  $p0(dy)$  のみで評価することで、特徴をより明確に示すことができると思われる。

また一部の机上活動については、特徴的な運動の出現が低頻度なために、15 秒のフレームの範囲で検出される場合とされない場合とがあった。そのために、同一の机上活動における  $Q4 \sim Q0$  のばらつきが大きくなり、結果として  $p4 \sim p0$  の値が大きくなった。今後は、集録時間を延長してフレーム長を大きくすることで、特徴をより明確化できる検出方法を開発する。

Table 5 Five-number summary of the desk top activity [pixel]

Activity	Set number / Frame number	$dx$					$dy$				
		$Q4$	$Q3$	$Q2$	$Q1$	$Q0$	$Q4$	$Q3$	$Q2$	$Q1$	$Q0$
Typing	1 / 1	23	8.5	2	-5	-13	8	1	0	-1.5	-7
	1 / 2	7	3.5	1	-6.5	-29	7	2	-1	-2	-7
	1 / 3	13	5.5	0	-3.5	-22	11	2	0	-2.5	-9
	1 / 4	32	2	-2	-5.5	-19	9	1.5	0	-1	-10
Writing	2 / 1	2	1	0	-0.5	-1	3	1	0	-1.5	-5
	2 / 2	9	2	0	-1	-3	6	1	0	-1	-7
	2 / 3	4	1.5	-1	-2.5	-6	12	1	0	-2	-5
Reading	3 / 1	1	0	0	-1	-1	1	0	0	0	-1
	3 / 2	2	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
	3 / 3	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
	3 / 4	2	0	0	0	-1	6	0.5	0	0	-2
Folding	4 / 1	10	1.5	-1	-3	-10	7	1.5	0	-0.5	-4
	4 / 2	18	2.5	-1	-1.5	-8	17	3.5	0	-3.5	-16
	4 / 3	6	1.5	1	0	-5	20	2	-1	-5	-6
Drawing	5 / 1	10	5	0	-1	-12	16	0.5	-1	-4	-12
	5 / 2	3	1.5	0	-1	-6	3	1	0	-1	-5
Game	6 / 1	3	1	0	-1	-2	6	1	0	-1	-9
	6 / 2	4	1	0	-1	-2	10	1.5	0	-1	-10
	6 / 3	2	1	0	0	-1	5	0	0	-1	-6
Net-surfing	7 / 1	2	1	0	-1	-1	3	1	0	-1	-1
	7 / 2	1	0	0	-1	-4	2	1	0	0	-3
	7 / 3	6	3	1	-1	-3	15	3	-1	-3	-20

Table 6 Similarity Score between the desk top activities

Activities	$dx$					$dy$					$S$
	$p4$	$p3$	$p2$	$p1$	$p0$	$p4$	$p3$	$p2$	$p1$	$p0$	
1 vs 2	0.08	0.09	0.56	0.01	0.01	0.58	0.08	0.39	0.59	0.05	0.60
1 vs 3	0.05	0.04	0.79	0.00	0.01	0.01	0.00	0.39	0.01	0.00	0.25
1 vs 4	0.31	0.12	0.61	0.03	0.02	0.27	0.36	0.85	0.45	0.92	0.80
1 vs 5	0.13	0.53	0.79	0.01	0.07	0.93	0.09	0.71	0.70	0.95	0.80
1 vs 6	0.06	0.07	0.79	0.00	0.01	0.39	0.21	0.39	0.10	0.96	0.70
1 vs 7	0.06	0.09	0.93	0.01	0.01	0.67	0.96	0.85	0.69	0.97	0.70
2 vs 3	0.23	0.04	0.42	0.20	0.25	0.17	0.01	-	0.04	0.01	0.60
2 vs 4	0.21	0.49	1.00	0.88	0.10	0.19	0.16	0.42	0.37	0.51	1.00
2 vs 5	0.75	0.50	0.42	0.63	0.27	0.77	0.50	0.50	0.62	0.56	1.00
2 vs 6	0.44	0.23	0.42	0.40	0.37	1.00	0.74	-	0.23	0.14	1.00
2 vs 7	0.49	0.87	0.23	0.63	0.72	0.95	0.42	0.42	0.87	0.74	1.00
3 vs 4	0.11	0.03	0.67	0.28	0.04	0.07	0.06	0.42	0.15	0.18	0.70
3 vs 5	0.39	0.31	-	0.06	0.23	0.44	0.19	0.50	0.34	0.28	0.95
3 vs 6	0.10	-	-	0.37	0.18	0.06	0.25	-	-	0.02	0.85
3 vs 7	0.43	0.27	0.42	0.06	0.20	0.36	0.14	0.42	0.27	0.38	0.95
4 vs 5	0.41	0.56	0.67	0.62	0.74	0.58	0.11	0.81	0.82	0.98	1.00
4 vs 6	0.14	0.13	0.67	0.44	0.05	0.18	0.12	0.42	0.27	0.94	0.90
4 vs 7	0.13	0.64	0.44	0.62	0.05	0.24	0.50	1.00	0.36	0.93	0.95
5 vs 6	0.50	0.42	-	0.42	0.24	0.77	0.88	0.50	0.50	0.97	1.00
5 vs 7	0.49	0.46	0.42	-	0.26	0.75	0.30	0.81	0.58	0.95	1.00
6 vs 7	1.00	0.74	0.42	0.42	0.38	0.95	0.36	0.42	0.74	0.96	1.00

- : not calculated.

## 5. むすび

本研究では、今後必要とされる高齢者の行動解析、特に机上活動の定量化を想定し、頭上からの撮影画像による机上活動の類似度に関する検討を行った。撮影画像から頭部領域を推定して移動量を計算し、活動時間内でのそれらの分布を表す5数要約の差異を定量的に論ずることで、活動の類似度に関する基礎的な知見を得た。

3種の頸部運動の類似度を求めた結果、実際に観察された頸部運動の挙動の印象と合致する傾向となり、頭部領域の移動量の5数要約によって類似度を記述できることを確認した。

また7種の机上活動の類似度を求めた結果、日常活動としての差異があったとしても頭部の運動学的な差異としては必ずしも明確ではないために、頸部運動よりも、値が大きくなった。一方、類似度を計算する際の個別の要素に着目すれば、特徴をより明確に示せる

可能性があることも確認した。今後は、より長時間の実験を行い、机上活動において特徴的な運動を検出しやすい実験方法を構築する予定である。

## 謝辞

本研究を進める上でご協力いただいた、新潟工科大学工学部工学科4年（ロボティクスコース）・渡辺捷太氏、五十嵐淳氏に深く感謝する。また本研究の一部は、内田エネルギー科学振興財団の助成を受けた。記して感謝する。

## 文献

- [1] 日立の家電品, エアコン, “くらしカメラ AI”,  
[https://kadenfan.hitachi.co.jp/ra/lineup/xseries\\_g/feature01.html](https://kadenfan.hitachi.co.jp/ra/lineup/xseries_g/feature01.html)  
(参照 2018-10-30) .
- [2] 山田貴範, 渋川勝久, 岸浪建史: インタフェースのための頭部運動方向推定—第2報—; 2004年度精密工学会春期大会学術講演会講演論文集, 75-76, 2004.
- [3] 西野聰: 頭上からの撮影画像による男女識別; 小山工業高等専門学校研究紀要, 43, 87-96, 2010.
- [4] 日本統計学会(編): “データの記述と要約”, 統計学基礎, 東京図書, pp. 1-52, 2018.
- [5] 酒井幸市: “デジタル画像の作成”, デジタル画像処理入門, CQ出版, pp. 7-18, 2004.
- [6] 酒井幸市: “2値化画像”, デジタル画像処理入門, CQ出版, pp. 63-100, 2004.
- [7] 日本統計学会(編): “確率と確率分布”, 統計学基礎, 東京図書, pp. 53-96, 2018.
- [8] 田中敏, 山際雄一郎: “間隔・比率尺度データの処理”, ユーザーのための教育・心理統計と実験計画法, 教育出版, pp. 10-81, 1994.