

PC 操作ログと映像ログを用いた 業務行動モニタリングシステムの初期検討

鳥羽美奈子[†] 森靖英[†]
恵木正史[†] 櫻井隆雄[†]

近年、業務効率向上の為、オフィスワーカーの行動をモニタリングして分析したいというニーズが増えつつある。このニーズを実現する手段として、PC 操作ログおよび映像ログを用いた業務行動モニタリングシステムを提案する。本発表では、二面から取得した映像ログを業務動作に応じて領域分割し動作分類を行い、さらに PC 操作ログの分析結果を組み合わせることで業務行動を分類する手法を用いて、動作検証を行う。銀行テラー業務を対象として実験を行った結果、最高で 93.8% の精度で業務行動の検出が可能となり、オフィスワーカーの行動モニタリングに向け提案手法が有効である見通しを得た。

An Early Study of a Method for Analyzing Work Tasks and Status By Video-and-PC-Monitoring System

Minako Toba[†], Yasuhide Mori[†],
Masashi Egi[†] and Takao Sakurai[†]

Recently, methods for monitoring and analyzing office workers' business activities are in demand to improve their efficiency. This paper discusses about methods to analyze office workers' procedures. Some methods have been proposed for monitoring business activities as following: Time Study methods, PC-operation-log methods and sensor-log methods. However the above methods incur high cost or have critical restrictions. We developed a system for analyzing work tasks and status to monitoring workers' activities which overcomes the drawbacks. This system includes the PC-operation-log method and a video-log method. The video-log method uses multi-view video logs and captures moving objects in particular extracted domains connected to workers actions. It categorizes the worker's tasks and status and records them along with time stamps. The PC-operation-log method analyzes all a worker's mouse and keyboard operations. The system combines the results from the video-log method and those from the PC-operation-log method according to the work procedure. A set of experiments on the video-and-PC-operation-log method were performed on the work of a bank teller. The

experiments showed that the accuracy of the combined video-and-PC-log method was 93.8% (in the best case), while that of the video-log method using only a single side-view camera was 47.0%. This huge improvement in accuracy result suggests that the video-and-PC-log combination is effective and applicable to the analysis of office workers' business activities.

1. はじめに

企業競争力の強化へ向け、オフィスでの業務効率の改善が強く望まれるようになってきている。しかし、どのような業務の段取りが有効なのかが分からない、あるいはどんな行動が業務の効率を低下させているのかが不明である等、オフィスワーカーの行動を把握するにあたっての問題が認識され始めている。そのため、業務行動をモニタリングして分析することを検討する必要がある。

オフィスの現場情報を吸い上げ分析する為に、業務コンサルティングでは、Time Study 法など、現場で直接、または撮影した映像等を見て、業務を解析するといった人手による方法がとられている[1,2]。しかし人手による方法ではコストが大きく、解析対象とできる人数も少数に限られる。そこで解析の自動化のため、人の動きを検知する各種センサログから分析する方法や[3,4]、PC 操作ログ取得ツールを用いた方法[5,6]が提案されている。また筆者らは PC 操作ログ分析ツールを用いてコールセンタの業務効率分析する方法[7,8] を提案・実用化している。

しかし、これらの従来方法にはそれぞれデメリットがある。まず PC 操作ログでは PC 以外の業務分析は出来ない。Microsoft は PC 操作ログ分析と Time Study 法を複合した業務分析サービス[6]を提案しているが、Time Study 法には依然大きな人件費がかかる。また、センサ端末方式では常にセンサ端末を装着している必要があるため対象者への負荷がかかり、そのため、対象者に負荷をかけずにモニタリングする技術を検討する必要がある。

そこで本研究では、対象者に出来るだけ負荷をかけずに PC 以外の業務もモニタリングする方法として、PC 操作ログ分析のみだけでなく、映像認識技術を用い、カメラ映像ログも含めて分析し業務効率を可視化することを目的とする。背景差分やオブジェクトフローといった映像の画像特徴から動物体を検出する技術は多数行われており監視カメラ[9,10]や道路状況認識システム[11]、店舗向け動線把握システム等に応用されているが[12]、オフィスでの業務モニタリングを対象とした方法は提案されていない。そこで本論文では、映像ログを用いることで、特にオフィスワーカーの PC 業務時以外の業務行動も含め、分析を行う初期検討を課題とした。

[†](株)日立製作所 中央研究所
Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.,

2. 従来に関連研究従来

2.1 従来業務行動モニタリング手法

これまで、オフィス業務のモニタリングには、主として業務コンサルティングによる Time Study 法等の方法[1,2]、センサによる方法[3,4]、PC 操作ログによる方法[5,6]が用いられている。

業務コンサルティングによる方法では、計測業務現場で直接コンサルタントが計測対象人物の行動解析を記録し、またはビデオカメラで撮影した映像等を見て解析するといった人手による解析方法がとられている。センサによる方法では、加速度センサや赤外線センサ、生体情報センサ等のセンサ端末を用いて、人物の行動情報・生体情報を収集し、行動内容を推定する方法が提案されている[3,4]。また、筆者らの研究チームでは PC 操作ログから業務状況を分析する業務モニタリングシステムを提案している[7,8]。

表 2.1 従来業務モニタリング方法の特長と問題点
 Table 2.1 Features and problems of previous methods.

分析対象	特長	問題点
現場または現場映像 (人手による)	<ul style="list-style-type: none"> 作業行動パターンの直接的な認識が可能 非接触で情報取得可能 	<ul style="list-style-type: none"> 人手によるため、コスト大 映像撮影によるプライバシー侵害感
センサ端末情報	<ul style="list-style-type: none"> 運動状況・音を連続記録可能 対面者のログ取得が可能 	<ul style="list-style-type: none"> センサの装着が必要 特徴量のままだと意味がわかりづらい
PC 操作ログ	<ul style="list-style-type: none"> PC 操作の内容を詳細に記録可能 	<ul style="list-style-type: none"> PC 操作以外の行動はモニタリングできない

従来業務モニタリング方法の特長と問題点の比較を表 2.1 に示す。業務コンサルティングでの人手による映像の解析方法では、少なくとも実際の業務時間以上の時間を解析に当てることになるため、大きなコストを要する。センサ端末を用いた分析では、睡眠／軽作業／歩行程度の粒度の行動は推定できるが、計測対象人物はセンサ端末を常に装着している必要があり、対象人物への負担が大きい。また、PC 操作ログの分析では、PC 操作業務の内容を詳細に記録可能だが、PC 操作以外の業務行動の把握はできない。

2.2 画像解析による行動解析

そこで人手によらず、かつ対象人物に非接触で業務行動をモニタリングするには、画像処理技術をもちいて映像を分析し、PC 操作時間以外の行動を推定する方法が考えられる。人物の行動／動作解析として知られる研究には、マーカを利用したモーションキャプチャ[13,14]方式があるが、これは計測対象人物がマーカを装着する必要があ

り、三次元空間内における行動を把握するための、多視点映像を用いた視体積交差法による方法[15,16]では、撮影環境の構築のための負荷が大きい。

計測対象者・環境構築ともに負荷の小さい方法として、オフィスでの行動解析を対象とした研究では知的符号化を目的としたものがあるが[17]、肌色検出を用いて人物の行動を検出するために、照明環境の変化に弱い、また図 2.1 に示すような非計測対象や障害物によるオクルージョンを回避出来ない等の問題があった。一方、画像特徴から動物体を検出する技術は多数行われており、背景差分を用いて異常動作を検知する監視カメラシステム[9,18,19]やマーケティング用の人物追跡システム[12,20]、道路状況を把握する交通システム[11,21,22]等で応用・実用化されている。これらの研究ではあらかじめ対象物体の動作領域を推定し、背景差分やフレーム間差分によって動物体を検知しているが、非計測対象の人物等が頻繁に出現するオフィスや窓口業務環境では、非計測対象によるオクルージョンのため、高精度の行動解析は期待できない。また、複数カメラから特定のジェスチャをロバストに認識する提案はあったが[23]、行動のカテゴリ分類まで応用したものはなかった。



図 2.1 窓口業務想定環境と、非計測対象によるオクルージョン
 Figure 2.1 Office scene and a occlusion by a passer-by.

そこで、業務行動を分析する計測対象者・環境構築に負担をかけずに、より高精度な業務状況の検出を行う方法を提案することが課題となる。また、映像の取得はプライバシーの観点から計測対象者に負担をかけることもある。この点から、映像そのものを記録せずとも、映像の特徴量のみを記録して分析が可能なシステムであることも課題となる。

3. 業務行動モニタリングシステムの提案

3.1 PC 操作ログを用いた従来業務行動モニタリングシステムと本研究の課題

筆者らは従来、PC の操作ログを分析することで業務状況をモニタリングする「業務

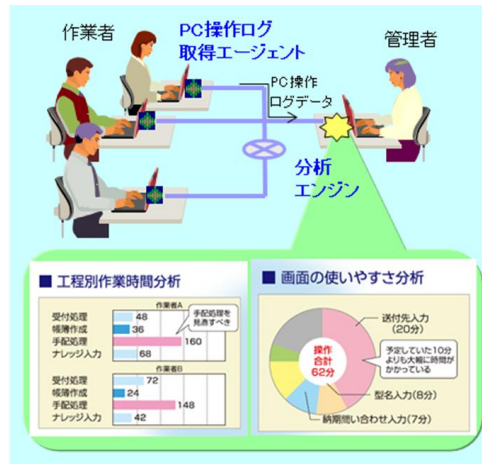


図 3.1 PC 操作ログを用いた
業務行動モニタリングシステム
Figure 3.1 Analysis of PC-operation logs.

図 3.2 に複数方向からの映像取得例を示す。監視カメラ等の映像から計測対象者の行動を検知するにはカメラを上部に設置する方法がよく知られるが、業務行動の記録として人間が目視で確認したいのは側面の映像である。従来、業務コンサルティング等が目視で撮影映像を確認し業務行動を把握する場合にはカメラ(1)やカメラ(2)など

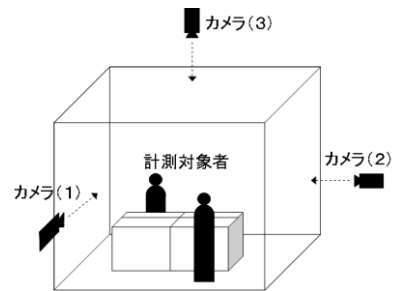


図 3.2 複数方向からの
映像取得
Figure 3.2 Monitoring by

行動モニタリングシステム」(図 3.1)の技術研究に取り組んできた。

動作状況を詳細にログに取得し、サーバに自動収集して分析を行うことで、業務生産性向上やオフィスワーカー教育へ向けたコンサルティングのツールとして提案している[7,8].

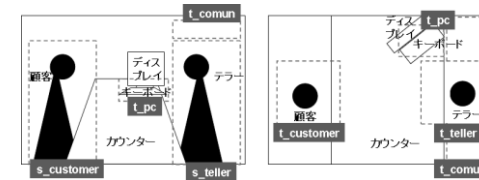
そこで本研究では、PC 操作ログと複合して映像ログを用い、業務行動を分析する計測対象者・環境構築に負担をかけずに、より高精度な業務状況の検出を行う方法を提案することを本研究の課題とした。

3.2 複数カメラを用いたモニタリング

前章の課題を解決するため、本報告では、複数方向からの撮影映像を用いたモニタリング方法を提案する。

これらの映像を分析する場合、カメラと計測対象の間を横切る非・計測対象が出現すれば、ノイズとなり検出率精度は低下する。そこで、計測対象の上部に設置したカメラ(3)からも映像を取得し、側面カメラ映像による分析結果と合わせて分析することで、精度を向上する。

金融機関等の窓口業務など、固定の場所での定型的な業務を対象とした場合、業務は類型化でき、特定動作を示す領域は推定できる。したがって、あらかじめ特定動作に対応した特定動作領域を指定する。図 3.3 に、複数方向から取得した映像と、特定動作領域の指定の例を示す。



側面：カメラ(2)映像 上部：カメラ(3)映像
図 3.3 複数方向からの映像と特定動作領域
Figure 3.3 Each view of multi-camera video.

これら複数の方向から取得した映像から分析した業務行動分析結果を合わせ、分析の精度を向上させる。

3.3 業務行動のカテゴリライズ

3.4.1 背景差分を用いた動作量の推定

特定動作の出現を判断するため、特定動作領域に映る物体の動作量を算出する方法を示す。動作量を示す画像特徴として、背景差分から算出する動作量得点を定義する。ある抽出領域の背景差分の画像を図 3.4 に示す。動作量得点を算出する対象フレームと、背景画像の差分をとる。差分のない画素を黒、差分のあった画素を白い画素



図 3.4 業務に応じて定義
した特定領域を抽出
Figure 3.4 Extracting a
particular
motion domain.

で示したものが差分画像である。白い差分画素がこの領域に映る物体の動作を示す。差分画素の数をカウントし、この領域の面積で除算して正規化した値を動作量得点とする。今回は、動作を判定するための初期検討として、計算量も少なく最も一般的と思われる背景差分と固定的な閾値を用いたが、例えば大津らの手法による動的な閾値設定[24]を用いる手法や、他の統計的手法を用いてもよい。フレームに対応した動作量得点の表である動作量得点テーブルの例を図 3.5 にしめす。この動作量得点に対し、領域ごとに閾値をもうけ、該当領域の動物体の在/不在を判断する。



図 3.5 抽出領域の背景差分

Figure 3.5 Background difference of an extracted domain.

3.4.2 動作量からの業務行動カテゴリー

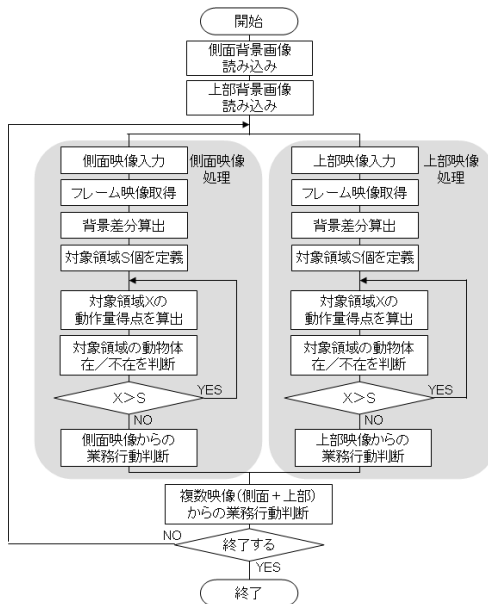


図 3.6 業務行動判断の処理フロー

Figure 3.6 Processing flow for categorizing work actions.

定動作領域ごとに算出した動作量得点から、計測対象人物の業務行動を判断する。側面と上部の複数の方向に設置したカメラから取得した映像の分析による、業務行動判断の処理フローを図 3.6 に示す。

まず、側面と上部のそれぞれの、計測対象人物等の動物体が存在しない背景画像を取得する。次に、側面映像と上部映像を同期して入力し、それぞれの映像に対して処理を行う。取得したフレームごとに背景画像との差分を算出し、あらかじめ指定した特定動作領域の動作量得点を算出することで、対象領域内の動物体の在/不在を判断する。複数の特定動作領域の在/不在状況から、計測対象者の業務行動を判断する。最後に、側面映像と上部映像の判断結果を総合して業務行動を判断する。

4. 実験

4.1 実験環境

複数方向からの映像取得による業務行動分析方法の有効性を検討するため、銀行テラー（窓口業務者）の基本動作を対象に実験を行った。実験環境は銀行窓口に類似した環境として一般的な室内照明の業務居室とし、テラーと顧客を想定した 2 人の計測対象人物を含む映像を取得した。実験環境の模式図を図 4.1 に示す。

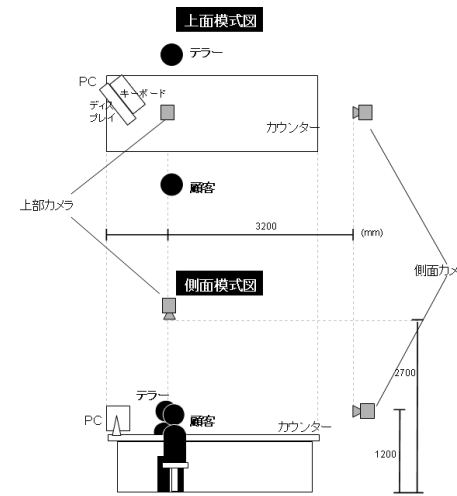


図 4.1 実験環境・模式図

Figure 4.1 Experimental environment.

側面カメラ・上部カメラより取得した映像の例をそれぞれ図 4.2, 図 4.3 に示す。

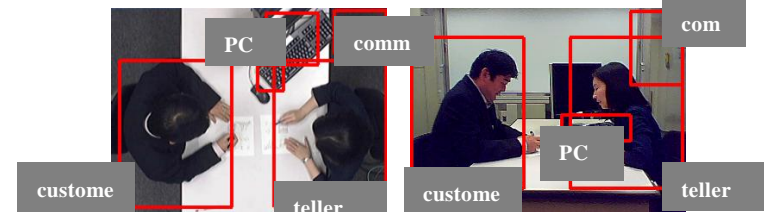


図 4.2 側面カメラ映像

Figure 4.2 Top view of a teller.

図 4.3 上部カメラ映像

Figure 4.3 Side view of a teller.

実験は、計測対象者として体型の異なる男女の被験者が入れ替わり、衣服の色を変え、3回行った。表 4.1 に計測対象者の詳細を示す。

表 4.1 計測対象者詳細
 Table 4.1 Roles for each experiment.

	実験(1)	実験(2)	実験(3)
テラー	被験者 A	被験者 B	被験者 A
テラーの衣服の色	白色	クリーム色	黒色
顧客	被験者 B	被験者 A	被験者 A
顧客の衣服の色	クリーム色	白色	紺色

取得した映像は、業務行動分析処理の為、表 4.2 に示す AVI 形式の映像に変換した。また、業務行動分析処理に用いた処理環境のスペックを表 4.3 に示す。

表 4.2 対象映像の形式
 Table 4.2 Video formats for top and side views.

動画形式	AVI 非圧縮
解像度	360×240 pixel
フレームレート	10.0 fps

表 4.3 処理環境スペック
 Table 4.3 PC specification.

CPU	Intel Pentium4 CPU 3.20GHz
メインメモリ	1 GB
OS	WindowsXP Professional SP2
コンパイラ	Microsoft Visual C++ 2005

差分画像は 8 ビット(256 階調)カラー画像で取得し、8 ビット(256 階調)グレースケール化する。グレースケール画像を 45 を閾値として二値化し、差分ピクセルの個数を算出することで各領域の動作量得点を算出した。尚、検出処理はオフラインにて行った。aaa 差分画像は 8 ビット(256 階調)カラー画像で取得し、8 ビット(256 階調)グレースケール化する。グレースケール画像を 45 を閾値として二値化し、差分ピクセルの個数を算出することで各領域の動作量得点を算出した。尚、検出処理はオフラインにて行った。

4.2 業務行動カテゴリー化の定義

4.2.1 映像ログを用いた手法

銀行窓口業務(テラー)を想定し分類した業務と、それに対応する動作および特定動作領域を表 4.4 に示す。なお、本報告ではテラー業務 B~E の 4 業務を対象とし実験を行った。

表 4.4 テラー業務と特定動作領域
 Table 4.4 Teller's work tasks and status.

テラー業務	検出対象動作	カメラ映像と特定動作領域	
		側面カメラ映像	上部カメラ映像
A 顧客呼び出し	呼び出しボタン押下		
B 顧客対面	・テラーと顧客が対面する		
C 机上業務	・顧客がなく、テラー在席する		
D PC操作	・テラーの手がキーボード上にある		
E カウンター内のコミュニケーション	・カウンター内のテラーに他者がいる ・テラー着席と想定し、高さのある動物体が近づく		
F 離席/着席	対象者不在/復帰		
G (電話)	(電話)		

特定動作領域からの業務行動判断ルールを表 4.5 に示す。複数の特定動作領域内の動物体の在/不在状況から、計測対象者の業務行動を判断する。例えば顧客領域とテラー領域に動物体が存在すれば、計測対象者は顧客対応中であると判断できる。本ルールは側面映像と上面映像の両方に同様に適用する。

表 4.5 業務行動判断ルール

Table 4.5 Rules for categorizing teller status.

○:在 ×:不在 -:不問

業務行動判断	特定動作領域			
	(i)顧客領域	(ii)テラー領域	(iii)コミュニケーション領域	(iv)PC領域
顧客対応	○	○	-	-
顧客を待たせている	○	×	-	-
不在	×	×	-	-
アクション	×	○	○	-
PC操作	×	○	×	○
机上	×	○	×	×

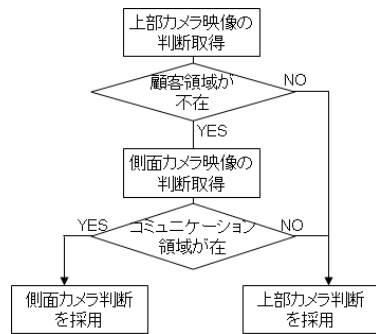


図 4.4 側面／上部映像
業務行動判断処理フロー
Figure 4.4 Processing flow using
multi-view video logs.

4.2.2 PC 操作ログを映像ログを複合して用いた手法

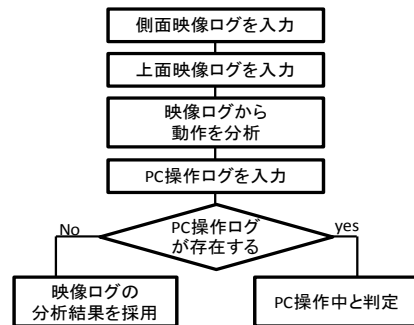


図 4.5 映像ログと PC 操作ログを
用いた業務行動判断処理フロー
Figure 4.5 Processing flow of
video-and-PC-operation log
methods.

上面映像と側面映像のそれぞれから判断した業務行動判断結果を合わせ、計測対象者の業務行動を判断する。側面映像と上面映像からの判断結果を合わせた業務行動判断処理フローを図 4.4 に示す。上面映像から判断できるのは物体の平面上の距離情報、側面映像から判断できるのは物体の高さ情報であるため、高さ情報が必要な判断では側面映像の判断結果が優位であることが想定できる。コミュニケーション行動とは、着席して窓口業務を行う計測対象者に対し、カウンター内で他の業務者が立って近づき会話・書類の受け渡し等する場面を想定しているため、起立した人物の高さ情報が必要である。そこで、コミュニケーション行動の判断に関しては側面カメラ判断を採用するといった処理を用いた。

オフィスワーカーの業務行動は、PC 操作ログと映像操作ログの分析結果を統合することでカテゴリ化する。PC 操作ログ以外のログでは、複数のセンサのログの相関から状況を分析する手法も提案されている [19]。筆者らは、図 4.5 に示すように業務に応じたルールブックを作成し、これに沿って PC 操作ログと映像ログの分析結果を統合する。映像ログと PC 操作ログを用いた業務行動判断処理フローを図 4.5 に示す。PC 操作ログはマウスやキーボード等の操作ログを詳細に記録するため、PC 操作中／非操作中の状況は 100%の正解率で判断可能である。したがって、PC 操作ログが存在する間は PC 操作ログの分析結果を採用し、PC 操作ログが存在しない間の業務行動は映像ログの分析結果を採用する。

5. 結果

5.1 実験(1)の結果

実験(1)の結果を図 5.1 に、正解率を表 5.1 に示す。図 5.1 の (i) Motion Point of Particular motion domains は、背景差分より算出した各動作領域の動作量である動作得点の推移を示す。(ii) Result は、全章に述べたフローにそって分析したオフィスワーカーの業務行動カテゴリ推移を示す。横軸が時間を示す。

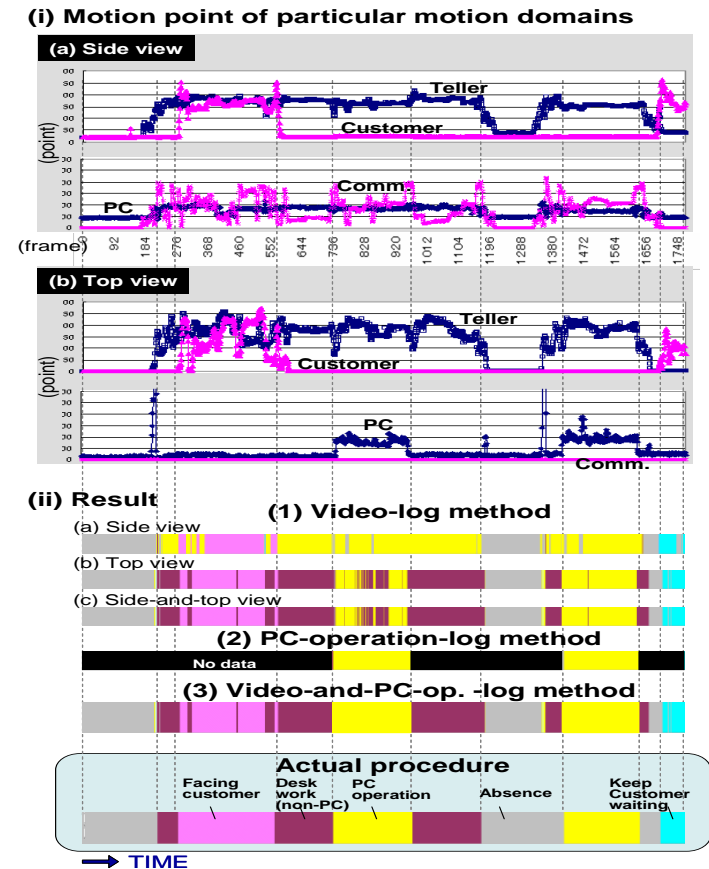


図 5.1 実験(1)の結果
Figure 5.1. Results of experiment 1.

表 5.1 実験(1)の正解率

Table 5.1 Accuracies of experiment 1.

手法		正解率
(I) 映像ログ	(a) 側面映像	64.3%
	(b) 上部映像	83.3%
	(c) 側面+上部映像	83.3%
(II) 映像ログ+PC 操作ログ		89.4%

5.2 実験(2)の結果

実験(2)の結果を図 5.2 に、正解率を表 5.3 に示す。

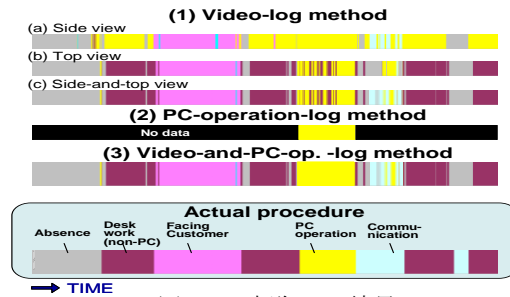


図 5.2 実験(2)の結果

Figure 5.2 Results of experiment 2.

5.3 実験(3)の結果

実験(3)の結果を図 5.3 に、正解率を表 5.3 に示す。

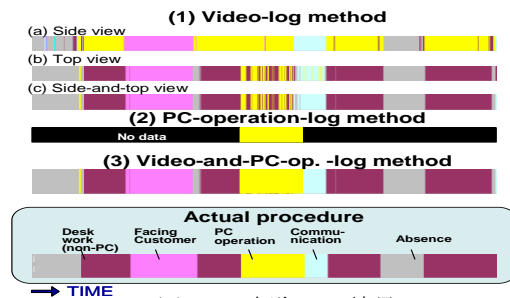


図 5.3 実験(3)の結果

Figure 5.3 Results of experiment 3.

表 5.2 実験(2)の正解率

Table 5.2 Accuracies of experiment 2.

手法		正解率
(I)映像 ログ	(a) 側面映像	47.1%
	(b) 上部映像	75.3%
	(c) 側面+上部映像	79.9%
(II) 映像ログ+PC 操作ログ		83.3%

表 5.3 実験(3)の正解率

Table 5.3 Accuracies of experiment 3.

手法		正解率
(I)映像 ログ	(a) 側面映像	47.0%
	(b) 上部映像	86.1%
	(c) 側面+上部映像	86.4%
(II) 映像ログ+PC 操作ログ		93.8%

5.4 実験結果平均

実験(1), (2), (3)の結果の正解率平均を表 5.4 に示す。

表 5.4 実験(1)~(3)の正解率平均

Table 5.4 Average accuracies.

手法		正解率
(I) 映像ログ	(a) 側面映像	52.8%
	(b) 上部映像	81.6%
	(c) 側面+上部映像	83.2%
(II) 映像ログ+PC 操作ログ		88.8%

6. 考察

本実験により、PC 操作ログだけでなく、映像ログの分析も用いることで、業務行動解析の応用範囲が大きく広がることが判った。

いずれの実験においても、側面映像結果帯グラフよりも上部映像結果帯グラフが極端に実際の業務状況に類似していることからわかるように、側面映像分析による正解率に対し上部映像分析による正解率が比較的高い。表 5.4 に示した平均値では、側面映像の正解率 52.8%に対し上部映像の正解率は 81.6%であった。これは、PC 操作と机上業務など、側面からの映像では特定動作領域が重なってしまう場合に正確な判断が困難であるためである。実験(1)~(3)において側面映像では机上業務を PC 業務を誤判断しているが、PC 業務に関しては PC 操作ログの分析結果を優先することで正しい判断が可能となった。また、上面映像では画面を横切るノイズとなる動物体の影響を受けにくい。実験(2)の不在時に、側面に誤判断が頻出するのはこのノイズによるものであるが、上面映像はノイズの影響を受けず正しくできている。

さらに、上面と側面の結果を合わせて分析することで、正解率が 83.2%に向上した。全般に側面映像に対し上部映像による分析が優位であったが、高さ情報の必要なコミュニケーション業務の判断では側面映像が優位である。したがって、コミュニケーション業務が推定される場合は側面カメラの判断を優先する処理を用いて複合的に判断することにより、実験(2)、実験(3)では正解率が向上した。尚、実験(1)ではコミュニケーション業務を行わなかったため、上部映像の分析による正解率と、側面+上面の正解率は等しかった。

また、上面映像による分析の精度が高いが、一方で人間が目視で確認したいのは主に側面画像である。上面及び側面を同期して撮影し、側面映像にタグをつけることで検索に利用しつつ、内容を人間が確認する時には同期した側面画像を表示する方法にも活用できる見込みを得た。

さらに、PC 操作ログ、映像ログともに、セキュリティやプライバシーの観点から、ユーザが記録に抵抗感を示すことがある。この場合、本提案手法を用いれば、必ずしもログそのものを記録する必要はなく、分析に必要な特徴データをのみを残して分析し、可視化することも可能である。

7. おわりに

7.1 結論

オフィスワーカーの行動をモニタリングして分析したいというニーズを実現手段として、PC 操作ログおよび映像ログを用いた業務行動モニタリングシステムを提案した。本研究では、二面から取得した映像ログを業務動作に応じて領域分割し動作分類を行い、さらに PC 操作ログの分析結果を組み合わせることで業務行動を分類する手法を用いて、動作検証を行う。銀行テラー業務を対象として実験を行った結果、最高で 93.8%の精度（実験(3)）で業務行動の検出が可能となり、オフィスワーカーの行動モニタリングに向け提案手法が有効である見通しを得た。

7.2 今後の課題

まず、計測対象者の体型や衣服の色調などの個人差や、壁の色や照明環境といった実験環境の差による影響の少ない最適なパラメータの設定が課題であり、複数の異なる室内環境・多数の被験者による追加実験が必要となる。また、本研究で閾値を任意で設定した単純な背景差分によりオフィスワーカーの動作を判定したが、例えば大津の手法[24]を用いて閾値を動的に設定したり、また SVM による特徴量の識別を用いて統計的に動作の有無を判定することや、背景差分でなくオプティカルフローなど他の特徴量を用いることで、これらの課題の解決し、ロバストなシステムを構築することが考えられる。

さらに、行動分析結果をフィードバックする応用サービスも検討課題である。本報告で提案した映像による業務行動解析や、また PC ログの分析による結果もとに、顧客対応状況を分析したり、また窓口業務に従事するオフィスワーカーのワークフロー傾向を把握することで、業務の改善や効率化を導く方法およびシステムを検討する。

参考文献

- 1) R. M. Barnes: Motion and Time Study: Design and Measurement of Work, John Wiley & Sons Inc., (1980).
- 2) F. E. Meyers and J. R. Stewart: Motion and Time Study for Lean Manufacturing, Prentice Hall (2001).
- 3) K. Aizawa, D. Tancharoen, S. Kawasaki and T. Yamasaki: Efficient Retrieval of Life Log Based on Context and Content, Proc. of the First ACM Workshop on Continuous Archival and Retrieval of Personal Experiences, pp.22-31, NY, U.S.A. (2004).
- 4) K. Ara, N. Kanehira, D. Olguín, B. N. Waber, T. Kim, A. Mohan, P. Gloor, R. Laubacher, D. Oster,

- A. (Sandy) Pentland and K. Yano: Sensible Organizations: Changing Our Businesses and Work Styles through Sensor Data, Information and Media Technologies, Vol.3, No.3, pp.604-615 (2008).
- 5) M. Egi, K. Naono, T. Sakurai, K. Takayama and T. Shintani: Auto-Generation Technique of Translation Rules from Event Logs to PC Operations, IEIC Technical Report, Vol.106, No. 97, pp. 25-30 (2006).
- 6) Microsoft Individual Productivity Assessment, <http://www.microsoft.com/japan/office/previous/2003/business/ipa/English/default.msp>.
- 7) (株)日立システムアンドサービス: PC 業務効率分析システム BM1, <http://www.hitachi-system.co.jp/bm1/> (2008).
- 8) 直野, 恵木: 受注センタにおける業務モニタリング解析事例, 情報処理学会, 分散システム/インターネット運用技術, 研究発表会, No.2006-DSM-040, pp.103-108, Mar. (2006).
- 9) 影広, 緒方, 酒匂, J. Kitter: 監視カメラによる人物挙動の変化検知, 情報処理学会, コンピュータビジョンとイメージメディア, 研究発表会, No.2007-CVIM-160, pp.187-194, Sept. (2007).
- 10) 岡本, 西尾, 馬場口, 森井, 荻田: 状況依存モデルを用いた異常行動の検出, 信学技法 Technical Report of IEICE, USN2008-19, pp.103-108 (2008).
- 11) 関晃仁, 奥富正敏: ステレオ動画像を利用した道路領域の抽出と追跡による自車両の運動推定, 情報処理学会論文誌コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM), Vol.47, No.SIG 5(CVIM13), pp.90-99 (2006).
- 12) 都築勇司, 藤吉弘直, 金出武雄: SIFT 特徴量に基づく Mean-Shift 探索による特徴点追跡, 情報処理学会 研究報告 CVIM 157, pp. 101-108 (2007)
- 13) T. B. Moeslund, A. Hilton, and V. Kruger: A Survey of Advances in Vision-based Human Motion Capture and Analysis, Computer Vision and Image Understanding, Vol.104, No.2, pp.90-126 (2006)
- 14) 中澤篤志, 中岡慎一郎, 池内克史: モーションキャプチャデータからの舞踊プリミティブの抽出, 第 19 回日本ロボット学会学術講演会講演論文集 (2001).
- 15) W. N. Martin and J. K. Aggarwal: Volumetric Descriptions of Objects from Multiple Views, IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.5, No.2, pp.150-158 (1983).
- 16) 豊浦, 飯山, 角所, 美濃: 視体積交差法における時系列画像の統合による三次元復元形状の再現性の向上, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D-II, No.8, pp.1549-1563 (2005).
- 17) D. Ayers and M. Shah: Monitoring Human Behavior from Video Taken in an Office Environment, Image and Vision Computing, Vol.19, Issue 12, pp.833-846, Oct. (2001).
- 18) G. Wu, Y. Wu, L. Jiao, Y. Wang, and E. Y. Chang: Multi-Camera Spatio-temporal Fusion and Biased Sequence-data Learning for Security Surveillance, Proc. of the eleventh ACM international conference on Multimedia, pp.528-538 (2003).
- 19) R. Collins, A. Lipton, H. Fujiyoshi and T. Kanade: Algorithms for Cooperative Multi-sensor Surveillance, Proc. of IEEE, Vol.89, No.10, pp.1456-1477 (2001).
- 20) T. Yoshida, T. Koiso, K. Hattori, I. Toyoshima and N. Imasaki: A Framework for Improving Profitability in a Retail Store Using Customer Behavior Analysis, IEIC Technical Report, Vol.104, pp. 67-71 (2005).
- 21) G. L. Foresti and B. Pani: Monitoring Motorway Infrastructures for Detection of Dangerous Events, IEEE Proc. of International Conference on Image Analysis and Processing, Venice, Italy, pp. 1144-1147 (1999).
- 22) J. E. Boyd, J. Meloche and Y. Vardi: Statistical Tracking in Video Traffic Surveillance, Proc. of 7th IEEE International Conference on Computer Vision, Vol.1, pp.163-168 (1999).
- 23) 渡辺 孝弘, 谷内田 正彦: 複数入力画像の固有空間法による実時間ジェスチャ認識, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J81-D2, No.5, pp.810-821 (1998).
- 24) Otsu, N.: An automatic threshold selection method based on discriminant and least squares criteria. Trans. IEICE (1980).