

監視サービスの管制員に対する情報提示の効果と反応

○魚住光成(三菱電機(株)) 山田耕一(三菱電機(株)) 村井秀聡(三菱電機(株))

浅間一(東京大学) 高草木薫(旭川医科大学)

1. はじめに

様々な機器やネットワークから構成されるシステムを継続的に稼働するため、監視が行われている。システムによってサービスを提供する事業者は、システムの監視を安価で効率的に行うため、監視業務をアウトソーシングすることは少なくない。

アウトソーシングの受け皿として監視をサービスとして提供する事業者は、集中的に監視を行う設備を有し、監視員を用意して24時間365日の監視を実施する[1]。監視サービスの事業者は、監視業務の合理化を進めることで、自らの生産性を向上させて競争力のあるサービス料金を実現する[2]。

その合理化の手段の一つとして、図1に示す監視員の待ち時間に情報を提示し、点検のような能動的作業を可能とすることで、監視員の処理時間を短縮する方法が考えられる[3]。

本稿では、待ち時間に情報を提示することの効果と、その時の生理的な反応について報告する。

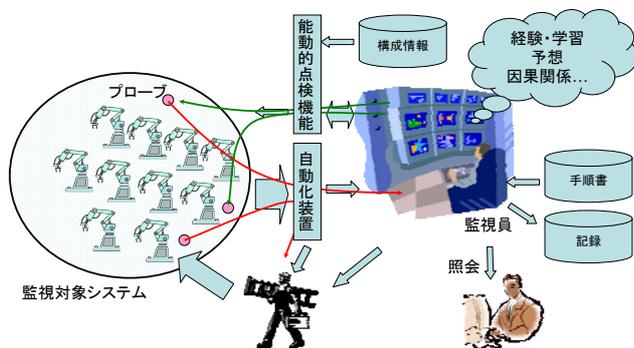


図1 能動性を持たせた監視のモデル

2. 想定モデルと模擬環境における計測

監視サービスにおいて、アラームの発生から監視員による処置完了までを所定の時間で行う必要がある。

そのため、監視員は常時アラームに対応するのではなく、アラームの待ち時間が発生する。

この待ち時間に情報を提示することで、監視員の処理時間を短縮するモデルを想定し、模擬環境を構築して計測を試みた。

2.1 模擬環境

コンピュータを用いた監視システムの模擬環境を構築し、被験者を用いた計測を行った(図2)。

アラームはランダムに発生し、その発生間隔は平均すると25秒としている。

アラームが発生するとその旨の表示が行われる。被験者はアラームを認知すると画面上のボタンをクリックする。アラーム発生からこのクリックまでの時間を初動時間とする。

クリックによってアラームに対する処置の画面が表示される。被験者は画面の内容に従って処置を決定し、該当する画面上のボタンをクリックする。処置の画面表示からこのクリックまでの時間を処置時間とする。

処置を完了すると、再び待ちの状態に戻る。処置の完了から次のアラームの発生までの時間を待ち時間とする。このシーケンスを1つのテストあたり20回繰り返す。

模擬する監視対象の機器は1000個であり、発生するアラームは3種類、処置は3種類であり、機器と発生するアラーム、対応する処置の組み合わせは、テスト毎に生成される。

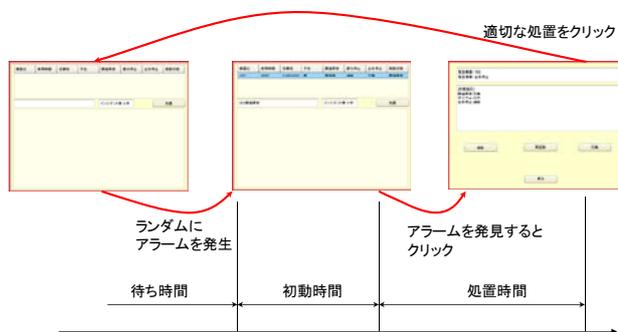


図2 模擬環境の画面の遷移

実験では、監視員が受動的にアラームを待つ状態を模すテストと、提案の監視員に能動性を持たせた監視を模すテストを行うため、アラームを待つ画面は次の2種類を用意した。

(1) 受動型

受動型の待ち時間では、アラームが発生するまで付加的な情報は表示されない。アラームが発生すると、画面の上段に発生した機器の情報が表示される。被験者はアラームの表示を認知すると処置のボタンをクリックする。図3に、アラームが発生した時の画面例を示す。

機器ID	使用時間	信頼性	予兆	閾値異常	部分停止	全体停止	稼働状態
163	8560	0.9953828	無	再起動	連絡	交換	閾値異常

163 閾値異常

インシデント数 0件

処置

図3 受動型の待ち画面

(2) 能動型

能動型の待ち画面では、常時、監視対象の一覧が画面下部に表示される。

被験者はアラームを待っている間に、この一覧をスクロールすること、機器IDや使用時間などの項目で一覧をソートすることが可能である。

尚、使用時間や信頼性、予兆の項目の表示内容と、アラームが発生する機器の可能性は、この模擬環境において相関性はとっていない。実システムにおいては、統計的にはアラームの発生と相関性のある項目ではあるが、この模擬システムで被験者が対応する20のアラームにおいては有意な差異とはならない。

図4に、アラームが発生した時の画面例を示す。

機器ID	使用時間	信頼性	予兆	閾値異常	部分停止	全体停止	稼働状態
916	4109	0.9916213	無	再起動	再起動	交換	閾値異常

916 閾値異常

インシデント数 0件

処置

機器ID	使用時間	信頼性	予兆	閾値異常	部分停止	全体停止	稼働状態
906	4906	0.9937637	有	連絡	再起動	再起動	正常
907	4852	0.9937613	無	再起動	再起動	連絡	正常
908	51	0.9926326	有	交換	交換	交換	正常
909	7931	0.9983229	無	再起動	連絡	交換	正常
910	3366	0.9995264	有	交換	交換	連絡	正常
911	3813	0.9981338	有	交換	再起動	再起動	正常
912	5466	0.9924261	無	連絡	再起動	連絡	正常
913	8833	0.9907081	無	連絡	交換	交換	正常
914	2093	0.9978009	有	再起動	連絡	再起動	正常
915	8845	0.9956964	無	連絡	連絡	交換	正常
916	4109	0.9916213	無	再起動	再起動	交換	閾値異常

図4 能動型の待ち画面

2.2 初動時間と処置時間

この模擬環境にて、被験者を使った計測では、例えば、図5に示すような結果が得られた。

ここで示す初動時間はアラームが発生してから被験者が画面の操作を始めるまでの時間の平均である。

処置時間は、処置画面の表示から被験者の処置決定までの時間の平均である。

この例では、初動時間は受動と比べ能動のほうが長く、処置時間は受動と比べ能動のほうが短くなっている。

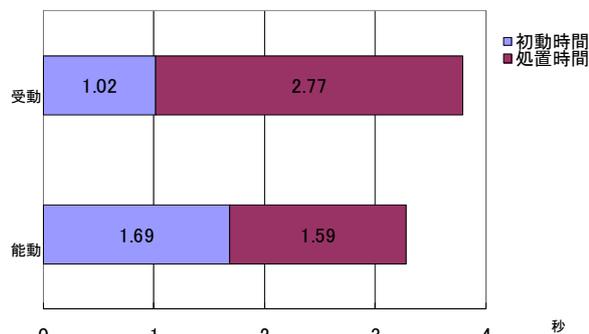


図5 模擬環境における初動/処置時間

3. 事前の情報提示と生理的反応

模擬環境で行った、アラームをひたすら待つ受動と事前の情報提示を伴う能動の差異について、現象の理解を深めるために、脳内の処理、生理的反応に沿って説明を試みる。

(1) 待ち時間について

アラームの発生という変化に注意を払っている状態である。受動では画面の変化だけを注視しており、緊張が高く発汗の量も多いと想定される。一方、能動においては、提示された情報の閲覧に関心を持ったため、緊張は低く、発汗量も少ないと想定される。

(2) 初動時間について

アラームを検知して画面を操作するまでの間は、2つの状態が考えられる。

一つは、アラームの発生により情動が変動を伴うもので、想定外の変化であればネガティブな反応を、想定した変化であればポジティブな反応を示すと考えられる[4]。この場合、受動と能動を比較すると能動は事前に情報が提示されているのでアラームを想定した変化と捉え、ポジティブに反応し、発汗も少ない安定した操作を行う。

もう一つは、アラームの発生による情動の変動が小さい場合である。事前に提示された情報は、大脳のコンテキストとして機能[5]し、コンテキストを持つ作業を行うと交感神経の活動が活発になると考えられる。事前に情報が提示されるのは能動の場合のため、受動と比べ能動の方が交感神経の活動により発汗が大きくなる。

(3) 処置時間について

アラームの処置を決定するまでの時間は、初動時間と同様に、情動の変動が大きければ、受動よりも能動の方が安定して作業を行い、発汗も少ないと考えられる。

情動の変化が小さければ、脳のコンテキストに沿って作業しようとするため、作業時間は短縮されるが、交感神経の活動も活発になり発汗も多くなる。

この模擬環境における被験者の初動時間、処置時間の差異の原因を明らかにするために、生理的な計測結果を評価する必要がある。

4. 被験者の皮膚電気反射計測

情動の変動によって発汗の傾向が異なる[6]と考えられるため、被験者の皮膚電気反射計測をおこなった。

4.1 計測機器

精神性発汗の変動をとらえるため、皮膚電気反射 (Galvanic Skin Reflex: GSR) を計測する。

指先に GSR フィンガ電極を装着し、発汗に基づく皮膚の電気抵抗の変化を計測する。計測機器として、PowerLab 26T および Bio Amp (ECG, fEMG 用アンプ)、EOG Pod, GSR Amp によって構成されたシステム (ADInstrument 社製)[7]を使用した(図 6)。



図 6 生理的計測に使用した機器

4.2 計測結果と評価

測定した結果、図 7 のように受動、能動の各時間帯において、発汗に差異があることが確認出来た。

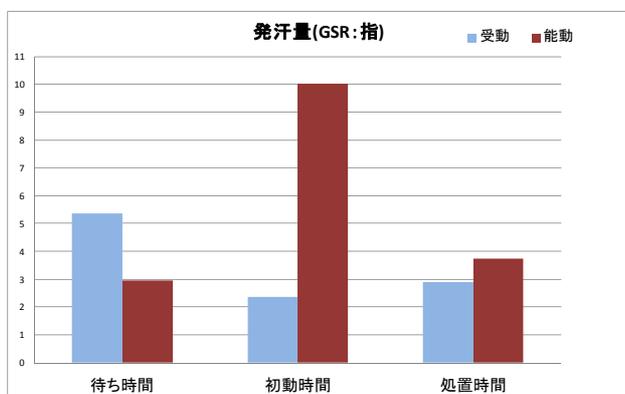


図 7 皮膚電気反射の平均

各時間帯について、以下のように評価出来る。

(1) 待ち時間について

能動と比べ受動の方が、発汗量が多い。これは受動の方が、緊張が高いことを示している。情報の閲覧のような作業を行いながらアラームを待つ方が、緊張を高めない傾向にある。

(2) 初動時間について

受動と比べ能動の方が、発汗量が多い。これは情動の変動よりも、脳にコンテキストがあることによる交感神経の活動の方が、顕著に表れていると考えられる。

この模擬環境ではアラームは情動の変動に大きく影響していないと考えられる。

一方、初動時間の長さについては、待ち時間の緊張の差から、受動の方が短時間に反応したことを示していると考えられる。

(3) 処置時間について

初動時間と同様に、交感神経の活動の差により、能動の方が受動より発汗量が多くなっていると考えられる。

また、コンテキストを持っていることから、処置時間は能動の方が受動より短時間になっていると考えられる。

5. 結論

生理的な計測を行った結果、模擬環境が模擬した監視員の待ち時間に監視対象の情報を提示することは、待ち時間における緊張の軽減、処置時間の短縮に効果があることが確認できた。

これは、提示した情報が脳にコンテキストを作り、このコンテキストによる効果であると考えられる。

しかし、監視者が情報の閲覧に関心を持つため、初動時間が遅くなる傾向にあり、アラーム発生時の注意の喚起方法などに工夫が必要である。

また、模擬環境では、情動の変動が起こるほどのインパクトを被験者に与えておらず、情動の変動が起こるケースについても計測を試みる必要がある。

6. おわりに

今回計測した模擬環境では、情動の変動は起こっていないと言える。実際の監視サービスでは、アラームの発生は、何らかのシステム上の障害に結びつくもので、その対処に責任が発生するため、情動の変動は伴うものと思われる。

模擬環境をより実際のシステムに近づけることで、情動の変動が伴った場合の情報提示と閲覧の効果を計測、評価する予定である。

参 考 文 献

- [1] “統合運用管制センター(ICC)”,
<http://www.mind.ad.jp/service/icc/>
- [2] 子方秀介 他: “クラウド指向データセンター基盤”,
NEC 技報 Vol.63 No.2, 2010
- [3] 魚住光成 他: “監視サービスの自動化と監視員のオペレーションの課題”, 日本ロボット学会学術講演会,
2011
- [4] Paul Ekman, Robert W. Levenson, Wallace V. Friesen:
“Autonomic Nervous System Activity Distinguishes among
Emotions”, Science, New Series, Vol.221, No.4616,
pp.1208-1210, 1983.
- [5] Tom Stafford, Matt Webb: “Mind Hacks”, O’Reilly, 2005
- [6] 堀忠雄: “生理心理学”, 培風館, 2008
- [7] “PowerLab26T”, <http://www.adinstruments.co.jp>