

# ソーシャルロボットによる覚醒効果

原 航基

京都大学工学部情報学科

中澤 篤志

京都大学大学院情報学研究科

竹本 あゆみ

University of Latvia, Omron

In this paper, we show a potential to use a social robot to prevent participants from drowsiness and to keep them awaking. 25 participants were asked to perform Sustained Attention to Response Tasks (SART) and report the drowsiness level. When the system detected the drowsiness from the task reaction time or the self-reports, the social robot performed awakening alarms either 1) robot sound and movement (SAM), 2) robot sound (SR), 3) sound by speaker unit (SO), or 4) no stimulus (NS). The results indicate two findings. First, significant correlation was found between the Intra Individual Variability (IIV) of the task reaction time and the drowsiness levels. Second, the SAM group showed a significant awakening effect in contrast to other groups. Specially, in SR condition, the participants tended to answer that not drowsy although their IIV indicated their drowsiness.

Keywords: social robot, attention, awakening stimulus, drowsiness.

## 問題・目的

眠気は自動車事故の主な要因の1つとして考えられ、近年ではドライバをモニタリングし、眠気を検知するシステムの研究が盛んになされている。しかしドライバを覚醒させ、その覚醒を維持する刺激に関する研究は少ない。また先行研究では、覚醒刺激に同乗者との会話が挙げられるが、同乗者がいる環境を常に維持することは難しい。そこで本研究では、そうした覚醒刺激(アラーム)としてソーシャルロボットを用いることを提案し、ロボットの動作と音声、ロボットの音声、ディスプレイの音声、そしてアラームのない場合の覚醒効果を比較によって検証した。

しかしアラームを検証するにあたり、現在の研究の多くは、自己評価のような主観的指標を用いており、客観性に欠けると考える。そこで眠気を感じている際に見られる特徴の1つである、反応時間の個人内変動Intra Individual Variability(IIV)を用いて評価する手法を提案し、眠気の指標としてself-reportとIIVの2指標を用いた。

その結果、2指標の間で差異が見られたので、その差異の原因を考察する。

## 実験

### 被験者

被験者は25人(男性15人)で平均年齢は21.77歳の学生で、うち3人のデータを、データ不足やCommUの故障といった理由から除き、22人のデータで解析を行った。また実験前に睡眠質とロボットの使用経験に関するアンケートを行い、被験者間のロボットに関する知識や、睡眠習慣において大きな差がないことを確認した。

### 実験環境

モニタのサイズは、23インチであり、着席した被験者から60cm以上離れた位置に設置し、タスクの反応や眠

気の自己評価にはキーボードを使用した。またアラームには、モニタに内蔵されたスピーカーまたはソーシャルロボットであるCommUを使用した。CommUはアラームとして使用する実験でのみ、モニタの隣に設置した。

### 実験の流れ

モニタ中央に1~9までの数字をランダムにひとつ提示し、“3”以外の数字のときに数字キー1~4のいずれかをできるだけ早く押すように指示した。2trials毎に眠気レベルを尋ねる画面を最大で15s表示した。数字が800回表示した時点で1セッションを終了した。実験中に、数字に対する反応時間が閾値を超える、または自己評価で3回続けて“4”(すごく眠い)と回答した場合にアラームを与えた。また刺激間は必ず50trials間隔を開けるようにした。このとき閾値は開始50trialsの反応時間のデータを用いて、 $threshold = mean + 3 * S.D.$ と定めた。

アラームは以下の4種類であり、被験者は各アラームを1セッションずつ4日間でランダムな順で行った。

- SAM : ロボット+音声+動作
- SR : ロボット+音声
- SO : ディスプレイからの音声
- NS : アラームなし

実験後に、その日の睡眠時間と実験前の講義時間、SAM,SR についてのみ CommU の視線を意識したかどうかの4段階の評価、また自由記述の感想を被験者に答えさせた。さらに、手遊び等のアラーム以外の眠気に対する影響を考慮するため、実験中の被験者の様子を解析した。このとき睡眠時間と講義時間には被験者間の差はあまり見られなかった。

## 結果

### IIV と self-report の相関性

アラームの影響を除くためNSのデータを用いてIIVとself-reportの相関を調べた。self-reportの各眠気レベルにおけるIIVを被験者毎に求めたところ、self-reportで眠気レベルが高い時はIIVの値も大きくなり、その間に相関係数0.332と有意な正の相関が見られた。しかしself-reportを真値とした、10trials毎のIIVによる識別では、False Positiveが高く、眠気が強いとき、IIVは高いが、IIVが高くとも眠気が強いと自己評価しているとは限らないことが分かった。

### アラームの評価

図1は1~50trial,51~100trialというように50trials毎に、各被験者でself-reportの平均を求め、その平均と標準偏差をアラームの種類毎に示したものである。

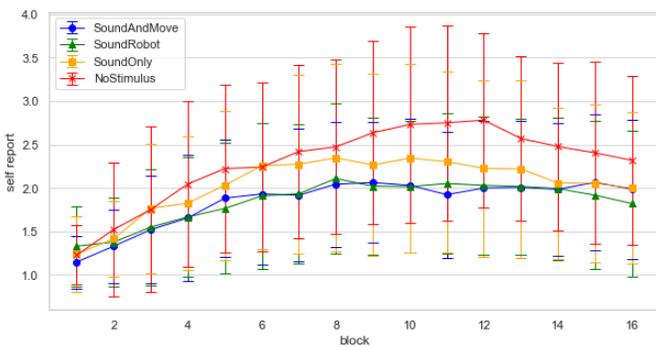


Figure 1. Mean drowsiness index by self-report across 16 subsections of 50 trials duration.

図1より、CommUを用いた群、SAMとSRにおいて、低い値で推移し、NSが最も高く、SOは中間の値を推移していた。

図2は同様の解析をIIVで行ったものである。

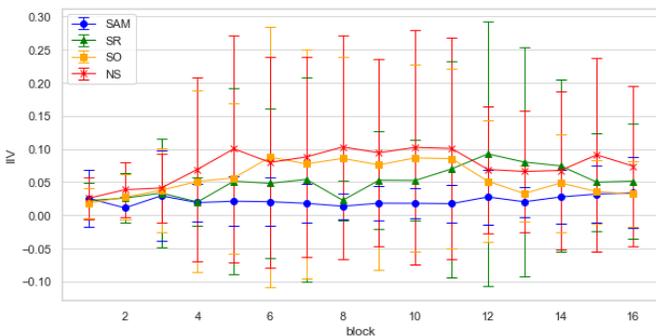


Figure 2. Mean drowsiness index by IIV across 16 subsections of 50 trials duration.

図2によると、NSが最も高く、SOがNSに沿うように推移し、SAMは低い値で維持されていた。一方で、SRは

徐々に増加し、最終的にSRとSOの最高値は同程度のものとなっていた。

またアラームの直前10trialsと直後10trialsでIIVを比較したところ、すべての群で減少傾向にあるが、T検定においてSAMでのみ有意な差が認められた。実験後のアンケートで、SRにおいて9人がCommUの視線の意識に関して、“全く気にならなかった”または“あまり気にならなかった”と回答したが、SAMでは4人と減り、“かつ”全く気にならなかった”は0人だった。

## 考察

IIV と self-report 正の相関が有意であることから、評価の指標として用いることは可能であると考える。

self-report では SAM と SR が被験者の覚醒維持効果が見られた。しかし IIV では SAM のみ被験者の覚醒維持効果があり、SR では維持効果が弱かった。

IIV と self-report の結果の際について我々は3つの可能性を提案する。1つ目は、単純に動作という刺激が追加されたため。2つ目は、ソーシャルロボットの動作にミラーニューロンが働いた、あるいは安静時にα波が優位になる視覚野を刺激した。3つ目は、ソーシャルロボットの視線を意識し、眠ってはならないと考えていた。特に3つ目はアンケートの結果とも一致する。

## 結論

本研究は、IIVを用いたアラームの客観的評価手法を提案し、この手法を用いてソーシャルロボットによる覚醒効果を検証した。結果として、IIVは効果の評価に用いることができることがわかった。さらにソーシャルロボットは、動作と音声の両方を用いることで覚醒効果が得られることが分かった。またその効果の理由は、ソーシャルロボットを監視者として認識し、眠ってはならないという意識を生むためである可能性がある。

## 引用文献

- Gottesman, C. and Williams, A.: Beware the watcher: The effects of direct gaze on attention to human faces, *Journal of Vision*, Vol. 9, No. 8, pp. 230–230 (2009).
- Ogilvie, R. and Wilkinson, R.: Behavioral versus EEG-based monitoring of all-night sleep/wake patterns., *Sleep*, Vol. 11 2, pp. 139–55 (1988) .
- 小林隆史, 藤井達史, 紀ノ定保礼, 篠原一光, 蜂須賀知理, 柿崎勝: 同乗者との会話によるドライバの覚醒維持とメンタルワークロードへの影響の検討, *自動車技術会論文集*, Vol. 48, No. 2, pp. 457–462 (2017).