

## Automation Usage Decisions: Controlling Intent and Appraisal Errors in a Target Detection Task

Beck, H. P., Dzindolet, M. T., and Pierce, L. G.

Human Factors, 2007, Vol. 49, pp. 429-437

### Introduction

- 自動システムの欠点
  - 予期せぬ出来事に対して柔軟性がなく，対応能力に制限があること
- この問題を改正するため，操作者には，自動システムの使用と未使用の選択肢が与えられている
  - 列車の運転を行う場合，晴れならば自動操作，雪ならば手動操作を行う
- Misuse
  - 自動システムを使用せずに上手くいく課題で，自動システムを使用すること
  - 自動システムへの過度の依存
- Disuse
  - 課題達成の可能性を高める自動システムを使用しないこと
  - 自動システムの未使用

(Parasuraman & Riley, 1997)

- 適切ではない，もしくは，最適ではない自動システムの使用判断(automation usage decisions: AUDs)は，致命的な結果を招くかもしれない
- 研究の目的
  - フィードバックとシナリオトレーニングと呼ばれる認知行動的技法の組み合わせにより，Misuse/Disuseが緩和されるか検討を行う

### Automation Usage Decisions, Appraisal, and Intent Errors

- 自動システムの使用に影響する要因を示した先行研究
  - 自動システムへの態度  
(e.g., Halpin, Johnson, & Thornberry, 2002; Wiegmann, Rich, & Zhang, 2001)
  - 自動システムへの信用  
(e.g., Dzindolet, Petersen, Pomranky, Pierce, & Beck, 2003; Lee & Moray, 1992; Lee & See, 2004; Moray, Inagaki, & Itoh, 2000)
  - フィードバック  
(e.g., Nikolic & Sarter, 2001; Singh, Hilburn, & Parasuraman, 1999; Singh et

al, 1999; Sklar & Sarter, 1999; Wiegmann & Cristina, 2000)

- Beck, Dzindolet, & Pierce (2002)
  - AUDs が Misuse/Disuse となる理由
    - (a) 評価エラー
      - ・ 操作者が、自動システム使用/未使用のどちらが有効か、正確な評価ができない
    - (b) 意図的エラー
      - ・ 操作者が、自動システム使用/未使用のどちらかを選択する際、どちらが有効か知っているが、その情報を軽視する
  - 意図的エラーが一般的である場面では、評価エラーを減少させることの効果は少ない
  - 自動システム使用/未使用の有効性について誤った評価をしている場合、意図的エラーを減少させても、最適ではない判断を行う
- 評価エラーと意図的エラーを組み合わせることで、最適ではない AUDs を減少できるのではないだろうか

### Design and Hypotheses

- 2(システムパフォーマンス：優/劣)×2(フィードバック：あり/なし)×2(シナリオトレーニング：あり/なし)の被験者間要因計画
- 被験者は、自動システム未使用(self-contingent)、もしくは、自動システム使用(Machine-contingent)の選択を行う
- Figure 1 は、自動システムと操作者の関係が、最適か、最適ではないかを示している

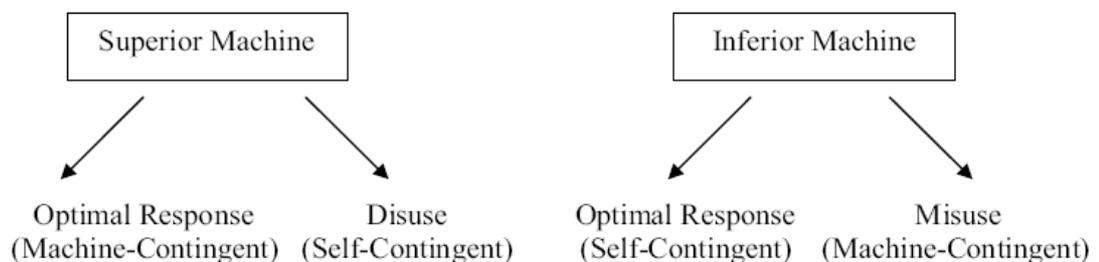


Figure 1. Relationship of machine performance to disuse and misuse.

- 自動システムの正確さが、操作者の正確さを上回る場合
  - ✧ 自動システム使用が最適である
  - ✧ 自動システム未使用は、Disuse
- 自動システムの正確さが、操作者の正確さを下回る場合
  - ✧ 自動システム未使用が最適である
  - ✧ 自動システム使用は、Misuse
  
- 評価エラー
  - 被験者と自動システムの正確さを誤って見積もる
- 意図的エラー
  - 被験者または自動システムの有効性を無視する
    - 最適ではない判断が行われる
  
- 最適な AUDs を行うには、評価エラーと意図的エラーの両方を避けなければならない
  
- フィードバック
  - 評価エラー／意図的エラーのどちらが最適ではない判断を行う原因か検討
- フィードバックあり条件
  - AUDs を決定する前に、被験者と自動システムのエラー数を知らせる
    - ✧ 評価エラーが抑えられる
    - ✧ フィードバックを軽視した場合、最適ではない判断が行われる
  - フィードバックなしよりも、ありで、最適な判断が多く行われると予測される
- フィードバックなし条件
  - 被験者と自動システムのどちらが正確かは知らされない
  
- シナリオトレーニング
  - シナリオトレーニングは、意図的エラーを防止するために考案された
  - 自動システム使用／未使用のどちらかが正しい、または、適切であるという信念を持たず、どちらが有効かを比較させる
  
- 予測
  - フィードバックにより評価エラーが減少
  - シナリオトレーニングにより意図的エラーが減少
  - 最適ではない判断は、フィードバック／シナリオトレーニングなしよりも、フィードバック／シナリオトレーニングありの方が少なくなるだろう
  - 意図的エラーが Misuse／Disuse を招く

→ フィードバックあり／シナリオトレーニングありよりも、フィードバックあり／シナリオトレーニングなしの方が、最適ではない判断を行うだろう

## Method

### Participants

- 248人の大学生（女性：160人，男性：88人）

### Instrumentation

- コンピュータを使用したターゲット検出課題
- 自動システムは、ターゲットを自動検出する
- 優秀なシステムは、被験者の半分のエラーをする
- 劣等なシステムは、被験者の倍エラーをする
- Training trial として、20 試行を 10 回
- Training trial の後に、自動システム使用／未使用の判断課題

### Procedure

#### Scenario training and the control condition

- シナリオトレーニングありでは、課題の前にトレーニングを行った
- 自動システム使用／未使用の判断が必要な4つのシナリオを提示
  - 株の仲買人
  - パイロット
  - 店の管理者
  - クイズ番組の解答者
- 自動システム使用／未使用のそれぞれが最適なシナリオを2つずつ用意した
- 統制群は、自動システムの歴史についての記事を読み、質問に解答を行った

#### Training trial

- 被験者は、提示されるスライドに、カモフラージュの衣服を着た兵士が写っているかどうかを判断する
- スライドは0.75秒提示され、スライド提示後に、兵士が写っていたかどうかを尋ねる表示がなされる
  - 兵士がいたと判断した場合、画面をクリックする
    - ◇ クリックした後に、兵士がいた場合、兵士が赤い丸で囲まれる
    - ◇ クリックした後に、兵士がいなかった場合、緑色で”Absent”という表示がなされる
- 被験者には、自動検出システムを使用できるが、必ずしも完璧ではないことが説明される

- 4 試行練習を行う
- 後に、100 枚のスライドを各 2 回(合計 200 枚)提示し、課題を行った
- フィードバックあり条件では、Training trial 後、被験者と自動システムのエラー数を表示

### Credit trials

- 次の 10 試行で、正解した数だけ授業の得点がもらえる
- 被験者は、次の 10 試行を自動システム使用／未使用のどちらで行うか選択
  - 自動システム未使用を選択した場合、10 試行を被験者が行い、正解した数だけ得点がもらえる
  - 自動システム使用を選択した場合、10 試行を自動システムが行い、正解した数だけ得点がもらえる
- 被験者は、自動システム使用／未使用の選択理由を記述し、課題を行う

## Results

### Analysis of Automation Usage Decisions

- Credit trial において、劣等なシステムで、自動システム使用を選んだ場合、または、優秀なシステムで、自動システム未使用を選んだ場合、最適ではない AUDs がなされたと判断される
- Table 1 は、各条件の結果である
- 従属変数は、最適ではない AUDs

TABLE 1: Suboptimal Automation Usage Decisions as a Function of Machine Performance, Feedback, and Scenario Training

Scenario Training	Inferior Machine		Superior Machine	
	Feedback		Feedback	
	Absent	Present	Absent	Present
Absent	2 6%	0 0%	26 84%	17 55%
Present	1 3%	0 0%	27 87%	9 29%

Note:  $n = 31$  per cell. The top and bottom numbers in each cell are the frequencies and percentages of suboptimal decisions, respectively.

- Misuse 率(3.2%)が非常に低い
- 一方、Disuse 率(64%)は高かった
- 優秀なシステム条件の中で、2(フィードバック：あり／なし)×2(シナリオトレーニング：あり／なし)の分散分析

- フィードバックの主効果あり
  - ✧ フィードバックあり < なし( $F(1,120)=36.19, p<.001$ )
  - ✧ フィードバックありよりも，なしで，最適ではない AUDs が行われた
  
- シナリオトレーニングの主効果なし( $F(1,120)=1.62, p>.05$ )
  
- フィードバックとシナリオトレーニングの交互作用あり( $F(1,120)=4.62, p<.05$ )
  - ✧ Tukey-b 法
    - ・ シナリオトレーニングなしの場合
      - フィードバックあり(55%) < なし(84%) ( $p<.05$ )
    - ・ フィードバックなしの場合
      - シナリオトレーニングあり(87%)  $\cong$  なし(84%) ( $p>.05$ )
    - ・ フィードバックありの場合
      - シナリオトレーニングあり(29%) < なし(55%) ( $p<.05$ )
  
- フィードバックとシナリオストーリーの組み合わせにより，最適ではない AUDs を減少させることができた
  
- ✧ フィードバック／シナリオトレーニングあり(29%) < なし(84%) ( $p<.05$ )

### Analysis of Operators' Explanations for Their AUDs

- 記述アンケートの内容を 5 種類にコーディング
  - ①. Perceived utility
    - ✧ 過去の試行を踏まえて，自動システム使用／未使用のパフォーマンスを比較した判断
  - ②. Availability
    - ✧ 一度や，数回発生した事例をもとにした判断
  - ③. Responsibility／Control
    - ✧ 何らかの根拠によりどちらかを選びたいという判断，自己責任を回避するための判断
  - ④. Satisficing
    - ✧ 直感による判断
  - ⑤. その他
  
- 優秀なシステムを使用した場合，Perceived utility を使用した被験者は，有意に最適な選択を行った( $\chi^2(1)=39.08, p<.001$ )

- Satisficing( $\chi^2(1)=6.44, p<.05$ ), availability( $\chi^2(1)=17.66, p<.001$ ), responsibility/control( $\chi^2(1)=11.99, p<.001$ )を使用した被験者は、最適ではないAUDsを行う傾向にあった

## Discussion

- 優秀なシステムを使用した場合
  - フィードバックとシナリオトレーニングの影響は大きい
  - フィードバックがあっても、シナリオトレーニングがなければ、55%の被験者が、自動システム未使用を選択
- フィードバックは、シナリオトレーニングと組み合わせ
  - Disuseを減少させることができる
  - 最適ではない判断は減少する
- 自動システム操作の訓練プログラムは、操作技法と評価エラーや、意図的エラーの発生とを組み合わせで行われるべきだ
- Perceived utilityは最適な判断に関連する
- Satisficing, availability, responsibility/controlは最適ではないAUDsに関連する
- フィードバックやシナリオストーリーが、自動システム使用/未使用の比較を促し、被験者は、高い得点を得る選択を行ったと考えられる
- 今後の研究では、評価エラー、意図的エラーに影響する要因の検討が必要である
  - 課題の種類
  - 操作者の態度
  - 課題の重要度
  - システムレベルの数
- 今回の結果は、経験豊富であれば、意図的エラーは生じないということの意味するのではない
- 熟達者でも、初心者でも、効率的なテクノロジーの使用は、評価エラーや意図的エラーを調整する能力に影響する
- テクノロジーの深い知識を持っていても、MisuseやDisuseの原因や調整法について理解しない限り、自動システムの信頼向上は意味のないものになる