



MITO DELL'AUTOMAZIONE # 3

L'automazione facilita il compito (e quindi migliora le prestazioni)

Automazione e carico di lavoro mentale: Perché è importante trovare il giusto equilibrio

SINTESI

È facile presumere che l'introduzione dell'automazione in un compito possa ridurre il carico di lavoro mentale per l'operatore, dopodiché, se si fa di meno, il compito deve essere più semplice. È inoltre intuitivo che un compito più semplice debba essere svolto in modo più efficace. Tuttavia, nessuna di queste ipotesi è necessariamente vera. L'automazione paradossalmente ha il potenziale di aumentare e ridurre il carico di lavoro mentale, a seconda delle circostanze. Inoltre, la diminuzione del carico di lavoro può effettivamente porre un operatore in uno stato di sottocarico, il che è altrettanto negativo per le prestazioni quanto il sovraccarico. Abbiamo appreso questi insegnamenti nel settore dell'aviazione e, più di recente, nell'industria automobilistica; come dimostrano le segnalazioni di incidenti, stiamo ora iniziando a vedere il loro impatto sulle ferrovie con l'introduzione della condotta automatica dei treni e di altri sistemi automatizzati. La chiave per aiutare un operatore a lavorare al meglio è trovare un modo per ottimizzare il proprio carico di lavoro mentale, il che può significare pensare in modo diverso dall'automazione.

AUTORE

Dott. Mark Young

È un ispettore presso la sezione investigativa sugli incidenti ferroviari del Regno Unito. Si occupa da oltre 25 anni in fattori umani e ha un'ampia serie di pubblicazioni sul carico di lavoro mentale dell'automazione.

mark.young@raib.gov.uk

INTRODUZIONE

Foto della scena: sei in un futuro non troppo lontano e stai guidando la tua nuova automobile, che è stata dotata di tutte le più recenti funzioni di "pilota automatico", in modo che possa orientarsi e controllarne la velocità. È la prima volta che hai preso l'automobile per guidare e decidi di provare queste caratteristiche su un tratto di strada. Fai salire l'automobile fino alla velocità dell'autostrada, premi il pulsante "pilota automatico" e — voilà! — l'automobile è ora sotto controllo. Sembra facile, giusto? Puoi semplicemente rilassarti e goderti della corsa.

Ma sei un conducente consapevole, hai letto il manuale operativo per il sistema di pilota automatico e sai pienamente che hai ancora la responsabilità di "guidare" in sicurezza anche quando il sistema è attivato. Non si può prendere il volante con le mani perché, in tal caso, l'automobile riceverà un allarme e si rischia di disattivare il pilota automatico. Se si guarda lontano dalla strada, in avanti, il sistema di monitoraggio del conducente lo rileva e, ancora una volta, lancia l'allarme. E tutto ciò nonostante, devi restare vigilante, per tutte le situazioni che il pilota automatico non è progettato per affrontare ed essere pronto ad assumere il controllo dell'auto in qualsiasi momento.

Tutto questo comincia a sembrare molto più difficile di quanto pensi. Devi essere un conducente attento senza avere effettivamente il controllo del veicolo. Sorprendentemente, ciò si rivela più difficile che guidare direttamente l'automobile. Ma è ancora più complicato perché, oltre a guardare la strada, devi anche

guardare con attenzione il sistema di pilota automatico, per capire cosa sta facendo e quando potrebbe chiederti di prendere il controllo dell'auto. Si tratta di una battaglia, perché l'interfaccia non dà molti indizi su ciò che il sistema sta "pensando": c'è solo una piccola icona per indicarti che è impegnato.

Mentre stai cercando di immaginare tutto questo, un'altra automobile appare improvvisamente davanti, puntando all'uscita autostradale che si avvicina, e tu sei costretto a frenare bruscamente. Questo è quanto il pilota automatico dell'auto sia in grado di gestire, pertanto suona l'allarme. C'è un attimo di confusione nella tua testa prima di capire cosa sta succedendo; istintivamente, premi forte sui freni e riesci appena a evitare di scontrarti con l'auto che ti precede. La frequenza cardiaca e i livelli di stress sono aumentati rapidamente e decidi di seguire l'automobile imprudente, uscendo dall'autostrada in modo da poterti fermare e riprendere fiato.

AUTOMAZIONE E CARICO DI LAVORO MENTALE

Ovviamente lo scenario sopra descritto è ipotetico, ma non del tutto irrealistico. Il punto è che l'assunto popolare secondo cui l'automazione renderà il compito più facile (e, di conseguenza, migliore) non è necessariamente vero quando ci si affida ancora a una persona come operatore alternativo e ci si aspetta che questa persona sia un sostituto affidabile e attento. Se la persona decide di non essere così attenta, il che può ridurre il suo carico di lavoro, è probabile che le sue prestazioni ne risentano ancora di più quando deve assumere il controllo dell'automazione.

Paradossalmente, quindi, l'automazione può aumentare e ridurre il carico di lavoro mentale, anche all'interno dello stesso compito. Diversi aspetti del compito possono imporre rispettivamente sottocarico o sovraccarico: l'esperienza con i piloti automatici di aeromobili commerciali dimostra che le attività altamente automatizzate come il volo da crociera possono comportare un sottocarico, mentre le operazioni più critiche di decollo e atterraggio possono comportare un sovraccarico (Endsley, 2015). Vi sono inoltre prove del fatto che l'automazione modifica la natura del compito (Metzger & Parasuraman, 2005) e impone richieste qualitativamente diverse in tutte le fasi del trattamento delle informazioni umane, forse aumentando o diminuendo il carico di lavoro associato alla percezione, al processo decisionale o alla risposta (Wickens et al., 2015).

Gran parte di ciò deriva dalle capacità della tecnologia di automazione: non essendo in grado di sgravare completamente il compito dall'uomo, spesso rende più facili i compiti facili e più difficili quelli difficili, una situazione che è stata definita "automazione maldestra" (Lee & Seppelt, 2012). Da decenni di ricerca sui fattori umani sappiamo che sia il sottocarico che il sovraccarico sono dannosi per le prestazioni (ad esempio, Young et al., 2015).

Il sottocarico può verificarsi in un operatore che si trova ad affrontare esigenze mentali eccessivamente basse, ma non del tutto nulle, come nel caso della supervisione di un sistema automatizzato. Ciò che accade in questa situazione è che l'attenzione dell'operatore comincia a deteriorarsi, in modo da ridurre la sua capacità di gestire qualcosa di insolito (Young & Stanton, 2002). Il problema del sottocarico diventa così evidente quando si verifica un improvviso aumento della domanda — come la situazione di emergenza in cui si trova il nostro ipotetico conducente — e ciò va al di là della ridotta capacità dell'operatore di farvi fronte. Ridurre il carico di lavoro non è quindi necessariamente una cosa buona se ci aspettiamo che la persona rimanga attenta e vigile.

All'altro estremo della scala, il sovraccarico può verificarsi attraverso le interazioni dell'operatore con l'automazione e il fatto che essa aggiunge una nuova dimensione al compito. Rispetto al controllo manuale, l'automazione aumenta la complessità, impone all'operatore di integrare e interpretare nuove informazioni (Lee & Seppelt, 2012) e impone una nuova serie di richieste di monitoraggio. Sorprendentemente, questo compito di monitoraggio crea di fatto un elevato carico di lavoro per un operatore vigile (Warm et al., 1996) ed è difficile da mantenere per periodi prolungati. Inoltre, un approccio "maldestro" all'automazione dei compiti parziali può lasciare all'operatore umano un insieme incoerente di compiti da svolgere, il che può anche aumentare il carico di lavoro mentale (Stanton et al., 2021).

Tutto ciò evidenzia l'idea che il carico di lavoro mentale umano dovrebbe essere ottimizzato per ottenere le migliori prestazioni (Young et al., 2015), né troppo elevato né troppo basso (cfr. figura 1). Per evitare sia il sovraccarico che il sottocarico, l'automazione deve essere più intelligente nel lavorare con l'operatore

nell'ambito della stessa squadra (Reinartz, 1993). Con una sempre maggiore automazione che si afferma nell'esercizio ferroviario, nel segnalamento e altro, si tratta di un problema di cui l'industria del settore deve tenere conto, come dimostrano recenti casi di studio.

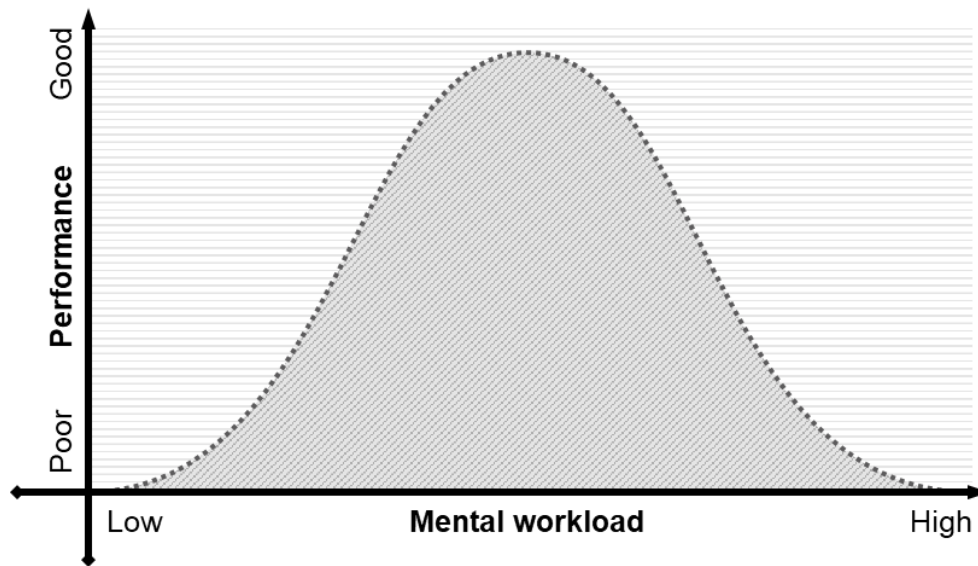


Figura 1: Rapporto "Inverted-U" tra carico di lavoro mentale e prestazioni (adattato da Young et al., 2015)

INCIDENTI FERROVIARI CHE COMPORTANO CARICO DI LAVORO MENTALE CON AUTOMAZIONE

Il pomeriggio del 31 gennaio 2018, un passeggero è rimasto intrappolato nelle porte di chiusura di un treno della metropolitana di Londra in partenza dalla stazione Notting Hill Gate a ovest di Londra (RAIB, 2018). È stato trascinato lungo la piattaforma e circa 15 metri nella galleria, subendo gravi lesioni.

Sette mesi dopo, il 1° settembre 2018, un altro treno metropolitana di Londra viaggiava tra Finchley Road e le stazioni West Hampstead con porte aperte a dieci porte passeggeri (RAIB, 2019). Sebbene nessuno sia uscito dal treno, il treno ha avuto circa 30 passeggeri a bordo e ha raggiunto una velocità massima di 62 km/h durante il tragitto di 56 secondi tra le due stazioni.

Entrambi i treni operavano in modalità di esercizio automatico dei treni (ATO), in cui l'operatore ferroviario della cabina svolge funzioni di stazione, mentre il treno transita automaticamente da una stazione all'altra. Tra le stazioni, quindi, l'operatore del treno si limita a monitorare il treno e il binario, mentre il suo compito nelle stazioni consiste nel far funzionare le porte, monitorare la salita e la discesa dei passeggeri e avviare il treno, un compito molto ripetitivo. Le relazioni d'indagine relative a entrambi gli incidenti hanno rilevato che l'ATO ha svolto un ruolo chiave nell'analisi causale, con gli operatori ferroviari in ciascun caso apparentemente interessati da un sottocarico mentale.

A Notting Hill Gate, l'operatore ferroviario non era a conoscenza del passeggero intrappolato prima di iniziare la partenza del treno. Ciò era in parte probabile a causa della natura del compito, che lo ha portato a non trattare consapevolmente le informazioni disponibili. Il sistema ATO attribuiva al gestore un carico di lavoro relativamente basso e azioni ripetitive alle fermate delle stazioni; potendo esortare una modalità di risposta cognitivamente automatica, che riduce l'attenzione. A condizione che il compito sia coerente (vale a dire, nulla è sbagliato), l'operatore lo svolge in modo rapido e (apparentemente) efficiente. Tuttavia, quando la situazione cambia e si verifica un evento critico (come in questo caso), la minore attenzione rende l'operatore vulnerabile alla mancanza di informazioni essenziali, quali essere a conoscenza del passeggero intrappolato.

Analogamente, l'operatore ferroviario di Finchley Road è stato colpito da un sottocarico mentale. Un guasto della porta nella stazione presentava una situazione imprevista, che comportava un improvviso aumento del carico di lavoro per l'operatore dopo un lungo periodo di potenziale sottocarico. Come probabile conseguenza, l'operatore del treno non era a conoscenza delle porte aperte e finiva per disattivare il blocco della porta, in modo da poter far partire il treno. La relazione ha individuato un possibile fattore

riferibile alla formazione degli operatori ferroviari, che "non li ha adeguatamente preparati a gestire, sui treni che operano in modalità automatica, l'improvviso aumento del carico di lavoro causato dalla necessità di far fronte a guasti e alla pressione del tempo".

Le raccomandazioni contenute in tali relazioni d'indagine comprendevano il sostegno agli operatori ferroviari in tali circostanze per mantenere l'attenzione e affrontare le brusche transizioni dal carico di lavoro basso a quello elevato. Strategie quali l'interruzione del compito con il controllo manuale possono contribuire a ottimizzare il carico di lavoro e a compensare l'impatto del sottocarico.

CONCLUSIONE

L'automazione è spesso basata sulla riduzione del carico di lavoro mentale, partendo dal presupposto che un compito più semplice è migliore per l'operatore umano. Ma non è necessariamente così: il sottocarico è altrettanto negativo per le prestazioni umane quanto il sovraccarico e, in ogni caso, in alcune circostanze l'automazione può effettivamente aumentare il carico di lavoro. Fintanto che ci aspettiamo che un operatore umano svolga un ruolo in un sistema automatizzato, è di fatto meglio progettare il sistema per ottimizzare il carico di lavoro dell'operatore.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[traduzioni in italiano dei titoli ad esclusivo fine informativo]

- Endsley, M. R. (2015). *Autonomous horizons: System autonomy in the Air Force – a path to the future. Volume I: Human-autonomy teaming* [Orizzonti autonomi: Autonomia del sistema nell'aeronautica — un percorso verso il futuro. Volume I: Team per l'autonomia umana]. (Report no. AF/ST TR 15-01). United States Air Force Office of the Chief Scientist.
- Lee, J. D. & Seppelt, B. D. (2012). Human factors and ergonomics in automation design [Fattori umani ed ergonomia nella progettazione dell'automazione]. In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics, Fourth Edition* [Manuale dei fattori umani e dell'ergonomia, quarta edizione] (pp. 1615-1642). Hoboken, NJ: Wiley.
- Metzger, U. & Parasuraman, R. (2005). Automation in future air traffic management: Effects of decision aid reliability on controller performance and mental workload [Automazione nella futura gestione del traffico aereo: Gli effetti della decisione contribuiscono all'affidabilità delle prestazioni del controllore e del carico di lavoro mentale]. *Human Factors*, 47(1), 35-49.
- RAIB (2018). *Passenger trapped and dragged at Notting Hill Gate station, 31 January 2018*. [Passeggero intrappolato e trascinato alla stazione Notting Hill Gate, 31 gennaio 2018] (Report no. 14/2018). Derby: Rail Accident Investigation Branch.
- RAIB (2019). *Train travelling with doors open on the Jubilee line, 1 September 2018* [Treno che viaggia con porte aperte sulla linea Jubilee], 1^o settembre 2018 (Report no. 06/2019). Derby: Rail Accident Investigation Branch.
- Reinartz, S. J. (1993). Information requirements to support operator-automatic cooperation [Obblighi di informazione a sostegno della cooperazione automatica degli operatori]. *Human Factors in Nuclear Safety Conference*, London.
- Stanton, N. A., Revell, K. M. A. & Langdon, P. (2021). *Designing Interaction and Interfaces for Automated Vehicles: User-Centred Ecological Design and Testing* [Progettazione dell'interazione e delle interfacce per i veicoli automatizzati: Progettazione e prove ecologiche incentrate sull'utente]. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Warm, J. S., Dember, W. N. & Hancock, P. A. (1996). Vigilance and workload in automated systems [Vigilanza e carico di lavoro nei sistemi automatizzati] In R. Parasuraman & M. Mouloua (Eds.), *Automation and Human Performance: Theory and Applications*. [Automazione e prestazioni umane: teoria e pratica] (pp. 183-200). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wickens, C. D., Sebok, A., Li, H., Sarter, N. & Gacy, A. M. (2015). Using modelling and simulation to predict operator performance and automation-induced complacency with robotic automation: A case study and empirical validation [Utilizzare la modellizzazione e la simulazione per prevedere le prestazioni dell'operatore e la noncuranza indotta dall'automazione automatizzata: Un caso di studio e una convalida empirica]. *Human Factors*, 57(6), 959-975.
- Young, M. S., Brookhuis, K. A., Wickens, C. D. & Hancock, P. A. (2015). State of science: mental workload in ergonomics [Stato della scienza: carico di lavoro mentale in ergonomia]. *Ergonomics*, 58(1), 1-17.
- Young, M. S. & Stanton, N. A. (2002). Malleable attentional resources theory: A new explanation for the effects of mental underload on performance [Teoria delle risorse umane malleabili: Una nuova spiegazione degli effetti del sottocarico mentale sulle prestazioni]. *Human Factors*, 44(3), 365-375.