



Corso di SICUREZZA NEL TRASPORTO E NELLE INFRASTRUTTURE STRATEGICHE

Il Fattore Umano



Cpt. Claudia Brisotto
claudia.brisotto@me.com



Il fattore Umano

HUMAN
FACTOR

Obiettivo
della
presentazione





Il fattore Umano

Programma

Mod 1 *Breve storia del fattore umano*

Mod 2 *Il Fattore Umano, le tecniche di analisi*

Mod 3 *Cognizione Umana*

Mod 4 *La Comunicazione*

Mod 5 *L'Errore*

Mod 7 *Error management*

Mod 6 *SHELL*

HUMAN
FACTOR

Programma





Mod. I – Il Fattore Umano

Breve storia del Fattore Umano





Introduzione al Fattore Umano in Aviazione

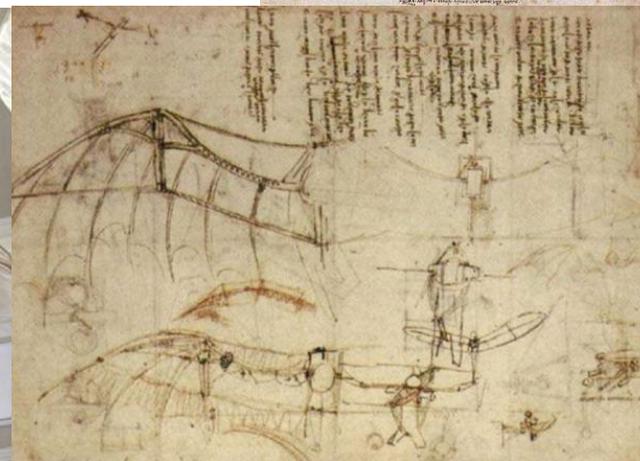
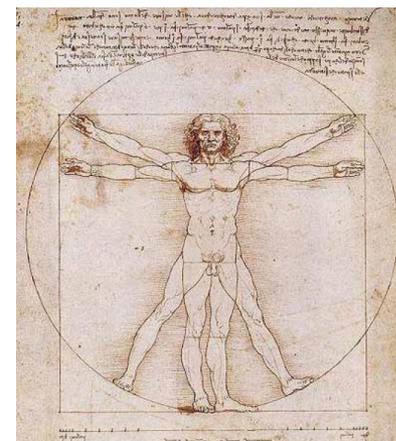
**Di cosa si occupa secondo
voi lo studio del Fattore
Umano?**



Introduzione al Fattore Umano in Aviazione

Breve storia del Fattore Umano

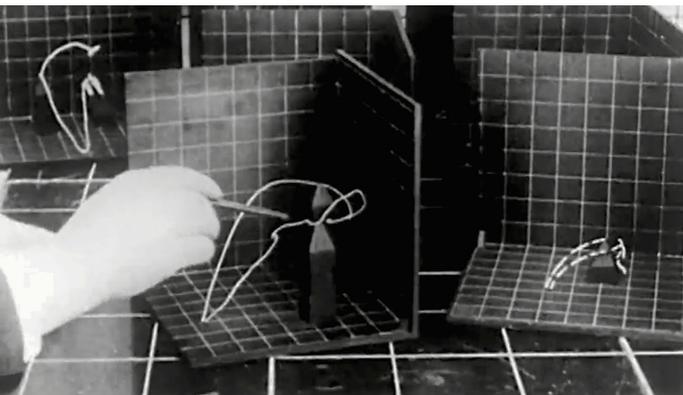
Nel 1487, Leonardo Da Vinci inizia a studiare l'antropometria.



Agli inizi del 1900, **Frank e Lillian Gilbreth** tentarono di ridurre gli errori umani nel campo medico.

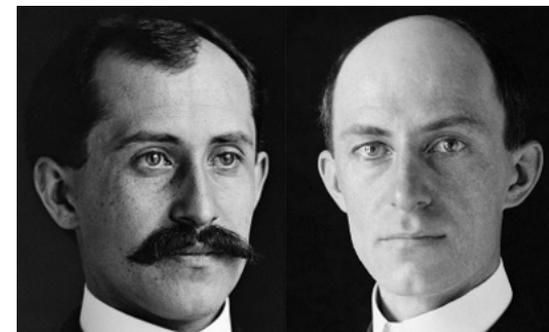
- **Challenge - Response** (call back)
- Studi sul metodo scientifico di produzione tramite lo **studio del movimento e dell'ergonomia (filmati)**
- Studi sulla **Fatigue** documentati da filmati

Effetto Hawthorne (Mayo e Landsberger)



I fratelli Wright furono i primi ad applicare il fattore umano al volo

- Velivolo **instabile**
- Primi controlli di volo (**pitch, roll, yaw**)
- **17/12/1903** primo volo controllato a propulsione
- Prima **scuola di volo con simulatore**



Prima Guerra Mondiale

- Macchine sempre piu' **complesse**
- **Incapacita' dell'uomo**
- Interesse della **psicologia**, ricerca di uomini migliori

Con il tempo l'interesse si sposta su:

- Aeroplano e **design dei controlli** e dei displays
- Effetto dell'altitudine e dell'ambiente sul pilota
- Ricerche aeromediche, necessita' di test e misurazioni

Nacquero cosi i primi laboratori medici militari dell'aeronautica



Seconda Guerra Mondiale

Con l'inizio della guerra, la **RAF** perdeva il **maggior numero** di aerei per **errori dei piloti** piu' che per mano del fuoco nemico

Il design degli equipaggiamenti deve ora **tener conto dei limiti umani ed avvantaggiarsi delle abilità Umane**

Nel 1947 **Fitts e Jones** studiarono quale fosse la **configurazione piu' efficace dei controlli di volo nella cabina di pilotaggio**

Oggi la forma e la posizione delle leve del carrello e dei flaps sono il risultato della ricerca innovativa fatta nel dopoguerra da Fitts e Jones

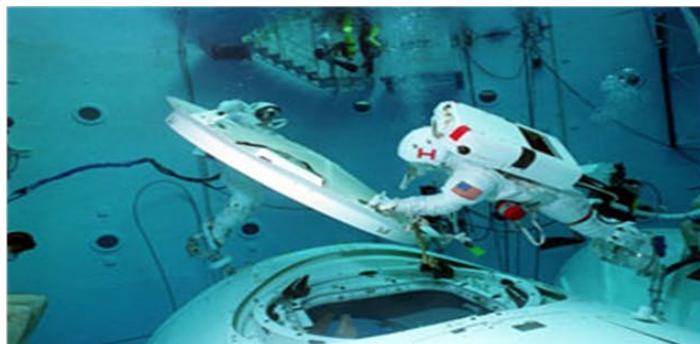
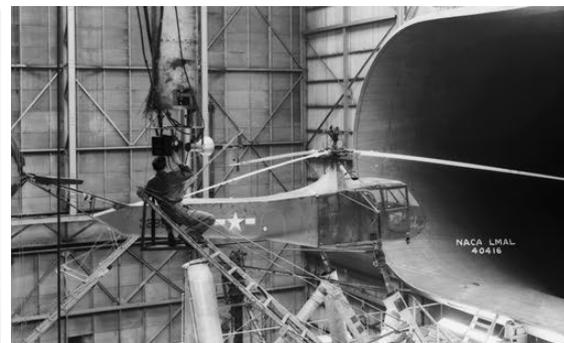
Dal 1946 al 1966, Alphonse Chapanis, Paul Fitts, e Arnold Small furono i maggiori ricercatori in questo campo



Dopo la Seconda Guerra Mondiale

Sviluppo della ricerca Aero-Spaziale

Il **NASA Ames Research Center**, nasce nel 1939 come secondo laboratorio del National Advisory Committee for Aeronautics (NACA)



Dopo la Seconda Guerra Mondiale

Ricerca sponsorizzata dal **settore militare** e guidata, in gran parte, dalle necessita' imposte dalla **guerra fredda**

I laboratori di ricerca militare istituiti durante la guerra vengono ampliati

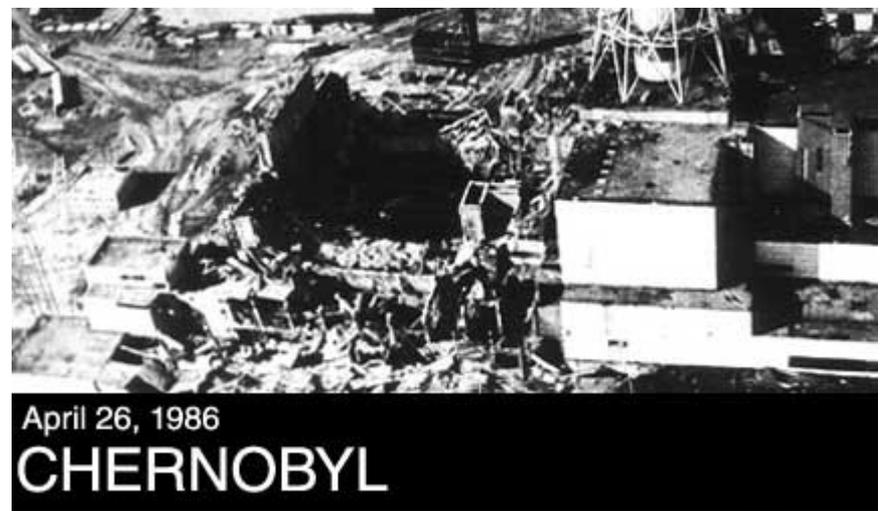
Nascono i laboratorio di **ingegneria umana**:

- la **Air Force** (centro di ricerca e di formazione avieri)
- la **Marina** (Naval Electronics Laboratory)
- University of Illinois (laboratorio di psicologia dell'aviazione) nel 1946
- Ohio State University (laboratorio di psicologia dell'aviazione) nel 1949
- **Boeing, McDonnell Douglass e Grumman Corporation** fondano gruppi di studio sull'ergonomia e fattore umano
- **Bell Laboratories** (elettronica e comunicazione)



Negli anni '70/80 si verificano un **elevato numero di incidenti gravi** in vari settori dell'industria

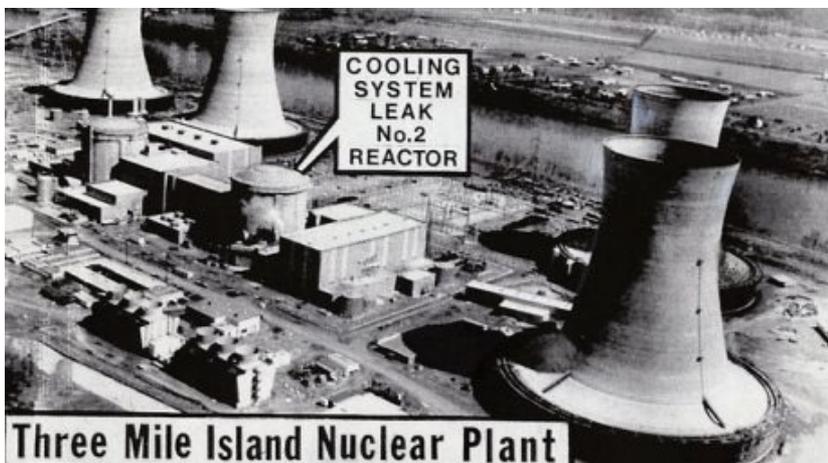
L'analisi del comportamento umano ha spesso dimostrato che le **nostre «macchine»**, la **nostra interazione con loro e con gli altri**, **aggravano i nostri difetti naturali con conseguenti eventi tragici.**



L'incidente di Three Mile Island 28 marzo 1979
parziale fusione del nucleo e fuoriuscita di una
significativa quantità di liquido di raffreddamento altamente
radioattivo

Gli operatori non poterono diagnosticare correttamente
cosa stesse avvenendo e reagire in maniera adeguata.

La strumentazione carente della sala di controllo e
l'addestramento inadeguato risultarono essere le cause
principali dell'incidente





President **Jimmy Carter** commissioned a study, *Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island*. Subsequently, **Admiral Hyman G. Rickover** was asked to testify before Congress in the general context of answering the question as to why **naval nuclear propulsion (as used in submarines) had succeeded in achieving a record of zero** reactor-accidents as opposed to the dramatic one that had just taken place at Three Mile Island. In his testimony, he said:

«Over the years, many people have asked me how I run the Naval Reactors Program, so that they might find some benefit for their own work. I am always chagrined at the tendency of people to expect that I have a simple, easy gimmick that makes my program function. Any successful program functions as an integrated whole of many factors. Trying to select one aspect as the key one will not work. Each element depends on all the others.»



Volo Aloha Airlines 243 – 28 aprile 1988, Boeing 737-200

Decompressione esplosiva avvenuta alla quota di **24.000 ft**

I piloti furono in grado di atterrare in sicurezza all'Aeroporto di Kahului di Maui

NTSB: attribuisce la responsabilità ad un **inefficiente programma di manutenzione**

L'evento fu una importante occasione di **riesame dei criteri di ispezione e manutenzione degli aeromobili**, fino ad allora basato su parametri di verifica in base alle **ore volate**.





NTSB

Probable Cause

The National Transportation Safety Board determines that the probable cause of this accident was the failure of the Aloha Airlines maintenance program to detect the presence of significant disbonding and fatigue damage which ultimately led to failure of the lap joint a S-10L and the separation of the fuselage upper lobe. Contributing to the accident were the failure of Aloha Airlines management to supervise properly its maintenance force; the failure of the FAA to require Airworthiness Directive 87-21-08 inspection of all the lap joints proposed by Boeing Alert Service Bulletin SB 737-53A1039; and the lack of a complete terminating action (neither generated by Boeing nor required by the FAA) after the discovery of early production difficulties in the B-737 cold bond lap joint which resulted in low bond durability, corrosion, and premature fatigue cracking.





Oggi

A partire dalla metà degli anni '60, la disciplina continua a crescere e svilupparsi nelle aree precedentemente stabilite.

Si espande in altri settori tra in quali:

- hardware dei **computer** (1960s);
- software per computer (1970s);
- **centrali nucleari e sistemi d'arma** (1980s);
- **Internet e automazione** (1990s)
- **tecnologie adattive** (2000s), solo per citarne alcuni.

Più recentemente, sono emerse nuove aree di interesse:

- **neuroergonomia**
- **nanoergonomia.**

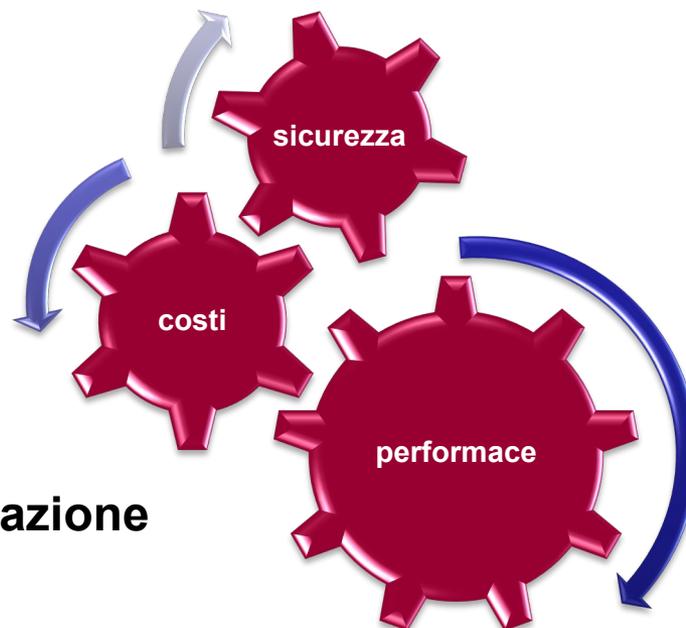


Ma perche' noi studiamo il Fattore Umano?

La comprensione e l'applicazione dei principi di Fattore Umano non riguarda solo la sicurezza, **migliora anche altri settori che sono tutti intrinsecamente legati.**

Benefici:

- **Mitigazione del rischio**
- **Migliora gestione dei costi dell'errore**
- **Guadagno in efficienza e produttività**
- **Assicura la compliance alla regolamentazione**



Cosa e' lo studio del Fattore Umano

Una disciplina scientifica che applica sistematicamente la conoscenza delle capacità e delle limitazioni umane per la progettazione di sistemi con l'obiettivo di ottimizzare l'interazione tra persone e gli altri elementi del sistema, per migliorarne la sicurezza, le prestazioni e la soddisfazione

I Fattori Umani sono pertinenti ovunque persone lavorino con sistemi, siano essi di natura tecnica o sociale.

L'ampiezza di questi sistemi sociotecnici comprendono situazioni e circostanze in cui le persone interagiscono con altri elementi del sistema

Negli ultimi 100 anni, molti settori industriali hanno beneficiato degli studi sul Fattore Umano, tra questi:

Settore

- Aerospaziale
- Automobilistico
- Chimico
- Computer
- Beni Consumo
- Costruzioni
- Difesa...

...

- Sanitario
- Produzione
- Nucleare
- Petrolio
- Telecomunicazioni
- Tessile

Parecchi autori hanno teorizzato sulla direzione futura per la disciplina, tra cui Rasmussen (2000), Brewer e Hsiang (2002), Hancock e Diaz (2002), Cacciabue (2008) e Vicente (2008).

ALCUNI GRUPPI DI RICERCA:

- **European Human Factors Advisory Group (EHFAG)**
- **NAS (National Airspace System) Human Factors Safety Research Laboratory**
- **Flight Deck Human Factors Research Laboratory**
- **The Chartered Institute of Ergonomics and Human Factors**
- **Human Factor Research Group, Inc. (HFRG)**





ALCUNI GRUPPI DI RICERCA:



EUROPEAN ASSOCIATION FOR AVIATION PSYCHOLOGY

EUROPÄISCHE GESELLSCHAFT FÜR LUFTFAHRTPSYCHOLOGIE

ASSOCIATION EUROPÉENNE POUR LA PSYCHOLOGIE AÉRONAUTIQUE

United States Army Research Laboratory



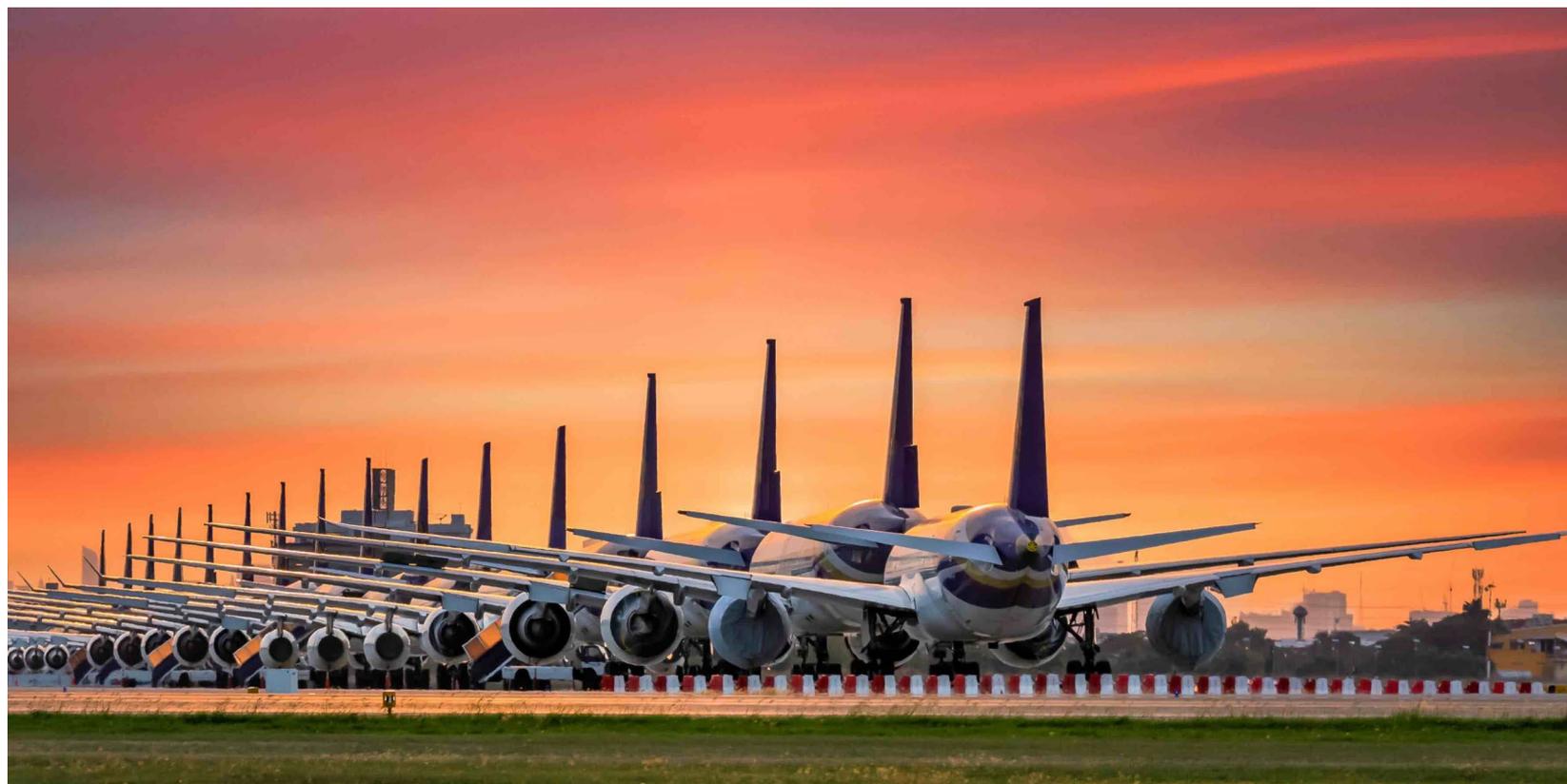
European Space Agency





Mod.II – IL FATTORE UMANO

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Cos'è il Fattore Umano?





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Cos'è il Fattore Umano?

Gli esseri Umani svolgono un **ruolo centrale** nel settore dell'aviazione e in ogni settore dell'industria, ma gli esseri Umani **non sono perfetti**

Assunto:

Non esiste un mondo senza errori.

*Capire dove e perché il sistema uomo porta ad errori ed incidenti diventa **fondamentale** per studio del Fattore Umano*





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

La Definizione che l'ICAO (International Civil Aviation Organization) da è la seguente:

*Lo studio del Fattore Umano sono "I principi che si applicano a progettazione, certificazione, formazione, operazioni e manutenzione nel Settore Aeronautico, e che cercano una interfaccia **sicura** tra l'uomo e gli altri componenti del sistema, ponendo una giusta considerazione della performance umana ... "(ICAO allegato 6, parte I)*

Lo studio del Fattore Umano è **multidisciplinare** per natura

Lo studio del Fattore umano ha un approccio pratico ed è problem-oriented piuttosto che centrato sulla singola disciplina. (ICAO – Human Factor training Manual)



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Errore e causa degli incidenti:

In passato:

- Individuati inizialmente nel **materiale tecnologico** o **nell'operatore**
- Le organizzazioni e la loro gestione erano escluse dall'analisi delle cause

Ora l'analisi delle cause si estende anche al **management delle organizzazioni** e al contesto sociale delle stesse dove:

- Errori/violazioni parte di **usi comuni o routine**
- **Tacita accettazione** di tali atteggiamenti
- Oppure sistema non adatto e **regole fallaci**



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Approcci alla Sicurezza

Esistono quindi vari approcci allo studio della Sicurezza che si riferiscono al Fattore umano

Tra questi :

Approccio ingegneristico

Approccio basato sulla persona

Approccio Politico



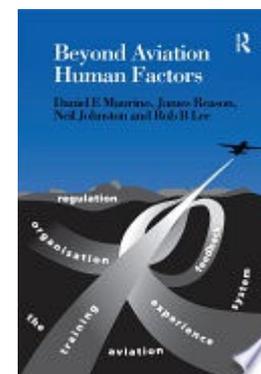
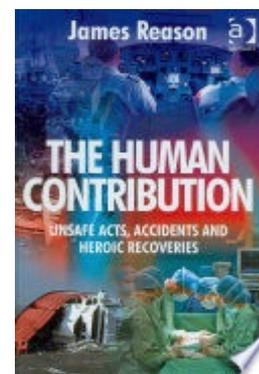
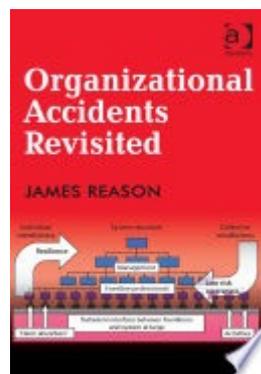
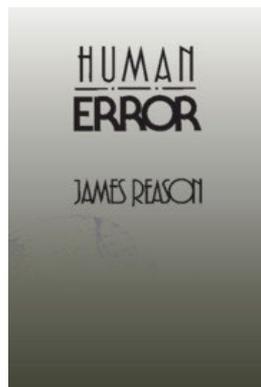
Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

La catena degli eventi

*Le determinanti di un incidente nel settore aeronautico, sono raramente da riportare ad una **singola causa** (errore umano o fallimento tecnologico), ma sono bensì la **somma di più eventi che entrano in relazione tra loro aprendo le porte a sequenze di accadimenti con conseguenze disastrose.***

*L'errore umano diviene quindi l'**ultimo anello di una catena di criticità**, spesso **latenti**, dell'organizzazione stessa che rimangono silenti finché non vengono attivate da questo ultimo. Si parla pertanto di **Catena degli eventi**.*

J.Reason





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Approccio ingegneristico





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Approccio ingegneristico

Si basa su:

- l'ingegneria **dell'affidabilità**,
- l'**ergonomia** classica,
- le **tecniche di valutazione del rischio e dell'affidabilità umana**.

Per tale concezione, la sicurezza deve essere «ingegnerizzata» all'interno di un sistema e **quantificata il più possibile spesso in termini probabilistici**.





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Logica tecnocentrica – visione centrata sulla macchina

- Concezione dell'essere umano è piuttosto **riduttiva**
- **Enfatizzata** l'affidabilità e le potenzialità della **tecnologia**

Gli **errori e incidenti** causati da

- natura imperfetta dell'uomo
- sua negligenza
- non adattamento alla “macchina”.



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

La visione centrata sulla macchina: (Norman, 1998)

Persone

Vaghe

Disorganizzate

Soggette a distrazioni

Emotive

Illogiche

Macchine

precise

ordinate

non soggette a distrazioni

non emotive

logiche

Questo tipo di visione prevede che **l'anello debole**, fallace e pericoloso sia **l'uomo**.

Ci si affida pertanto alla **tecnologia e per migliorarne l'affidabilità**, vengono utilizzate le tecniche di valutazione del rischio, ove vi sia una concezione oggettiva dello stesso e possa essere **scientificamente identificato, misurato e previsto**.

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Lo sviluppo e le innovazioni tecnologiche

hanno portato negli ultimi 50 anni

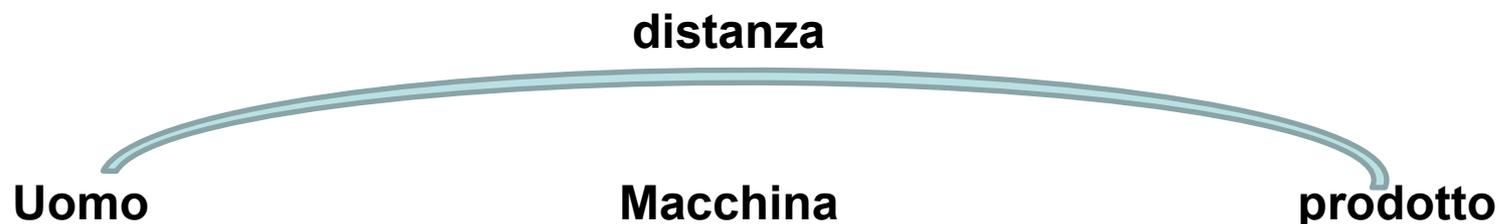
- una **variazione** sostanziale nella **tipologia di compiti svolti dall'uomo**
- un **incremento di utilizzo di macchine di complessità crescente** soprattutto nei sistemi complessi e ad alto rischio.

L'uomo passa così da:

Produttore di un prodotto



operatore di sistemi



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Lo sviluppo e le innovazioni tecnologiche

Conseguenze fondamentali nelle strutture organizzative

- **Automazione** dei sistemi
- L'evoluzione delle **interfacce uomo-macchina**
- La **crescita del pericolo e delle difese**
- La **crescente opacità dei sistemi**

*«La crescita tecnologica, le interfacce uomo-macchina, le procedure sempre più complesse di funzionamento etc. rendono i sistemi sempre più **opachi**, in quanto non più visibili dall'operatore e sempre più **difficili da comprendere nella loro interezza.**» (Catino, 2002).*



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Lo sviluppo e le innovazioni tecnologiche

Il sistema computerizzato diventa punto focale e filtro di ogni input umano e output tecnologico.

Il controllo delle operazioni passa pertanto al **sistema computerizzato** variando sostanzialmente il rapporto uomo-sistema e lasciando al primo un **ruolo di supervisore**.

Il computer diventa l'attore principale , non l'essere umano. Il computer prende le decisioni sul controllo e l'operatore, nelle situazioni in cui gli viene richiesto dal computer, puo' o delegare il controllo oppure accettarlo. Anche se e' l'essere umano che definisce gli obiettivi per il computer, e' quest'ultimo a realizzare il controllo (Moray, 1986).





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Lo sviluppo e le innovazioni tecnologiche

Progettazione nella visione tecnocentrica:

1. Il progettista ritiene che l'utente potrebbe rivelarsi **non affidabile**
2. Se la macchina compie il **maggior numero di operazioni** allora viene garantita maggior affidabilità e sicurezza
3. Le **operazioni residue** che non è possibile o conveniente affidare alla macchina, vengono assegnate all'operatore

Ma così rimangono **operazioni non legate tra loro**, con impossibilità di strutturarle in modo sensato.

Aumenta la possibilità' di commettere errore





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Probabilistic Risk Assessment – PRA

Nell'ambito ingegneristico tecno-centrico sono state sviluppate **metodologie** per la **valutazione ed il monitoraggio della sicurezza**

La **Valutazione probabilistica del rischio** (Probabilistic Risk Assessment – PRA) si sviluppa su modelli ad albero logico di un sistema industriale e delle funzioni correlate

Vengono analizzati:

- i potenziali rischi
- i triggering degli stessi
- le possibili conseguenze
- la frequenza degli eventi etc.





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Probabilistic Risk Assessment – PRA

In tale visione **non c'è posto per l'analisi del Fattore Umano**, ne per l'analisi degli errori ad esso legati in fase di progettazione, gestione, manutenzione, formazione

Pertanto, questo **approccio non è in grado di determinare ne' predire l'impatto dei fallimenti latenti, di tipo organizzativo, nei sistemi, ne di analizzare l'affidabilità umana.**



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Human Reliability Analysis– HRA

Si presenta quindi la necessità si **analizzare il HF ed integrarlo** nelle analisi di rischio

L'Analisi dell'Affidabilità Umana ha generato svariati strumenti di ricerca

THERP – technique for human error-rate prediction

Swain, A.D. & Guttman, H.E., *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications*. 1983, NUREG/CR-1278, USNRC.

La tecnica per la stima del tasso di errore umano (THERP) è una tecnica utilizzata nel campo della valutazione dell'affidabilità umana (HRA), ai fini di valutare **la probabilità che un errore umano si verifichi** durante il completamento di un compito specifico

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

THERP – technique for human error-rate prediction

- Considera il **fallimento umano al pari di un fallimento tecnologico** es. una pompa o un uno strumento di un sistema ad alto rischio.
- Scompone ogni compito in **compiti elementari** sino ad arrivare ad elementi base
- Analizza non solo l'elemento uomo ma il **suo rapporto con il sistema, le tecnologie, le procedure e gli altri uomini.**
- Utilizza un **approccio ad albero di guasto** denominato diagramma ad albero di probabilita.



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

THERP – technique for human error-rate prediction

La metodologia per la tecnica THERP è suddivisa in **5 fasi principali**:

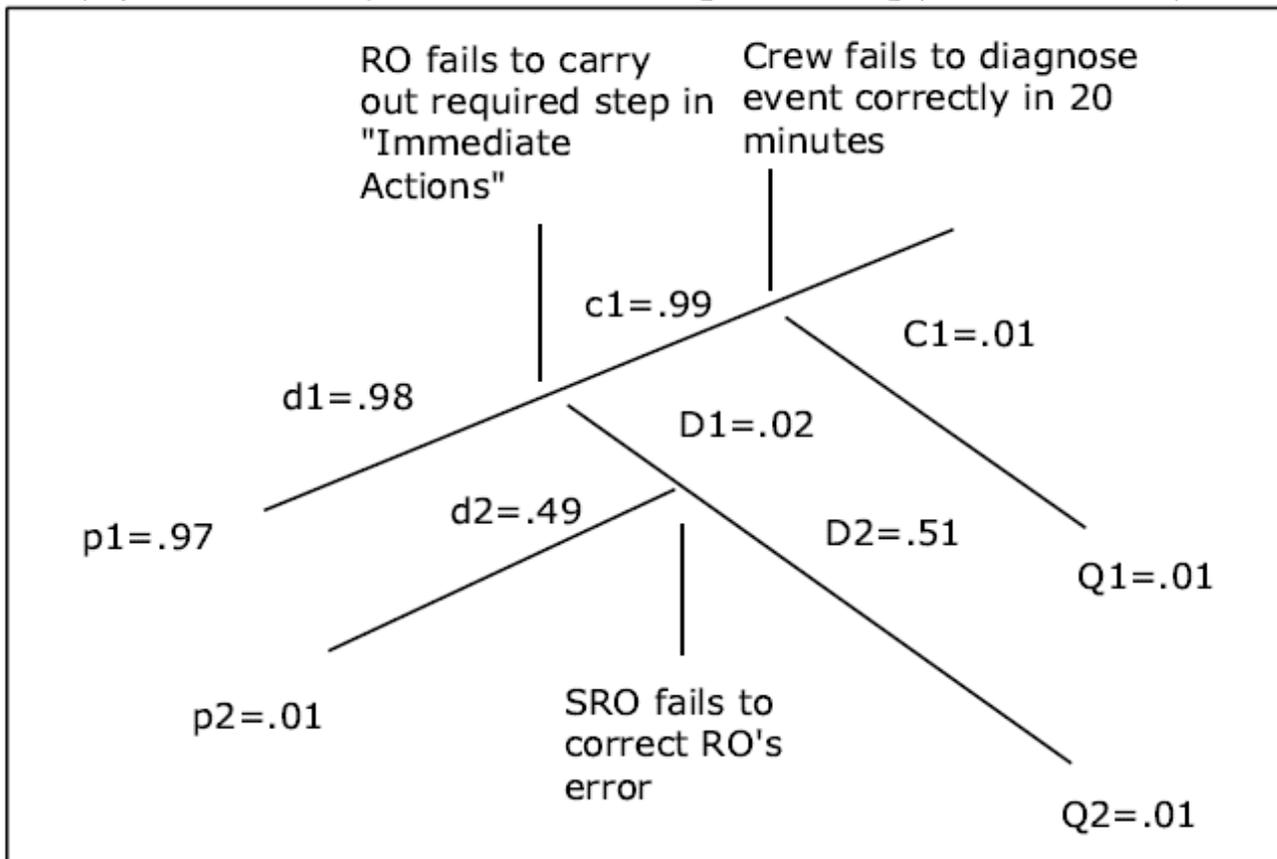
1. definire i **guasti** del sistema di interesse
2. elencare e analizzare le **operazioni umane correlate**, identificare gli **errori** umani che possono verificarsi e le **relative modalità di recupero**
3. stimare le **probabilità di errore** rilevanti attraverso **casistiche e giudizi di esperti**
4. valutare gli **effetti** di errori umani sugli eventi di errore di sistema
5. raccomandare **modifiche al sistema e ricalcolare le probabilità di guasto del sistema**



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Table 1. Sample THERP Error Probabilities

Item	Checking Operation	Human Error Probability	Error Factor
1	Checking routing tasks using written manuals	0.1	5
2	Same as above but without manual	0.2	5
3	Special short-term, one-of-a-kind checking with alerting	0.05	5





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Altre metodologie

Esistono molte altre metodologie di Analisi all'interno del modello ingegneristico. ma questo non e' in grado di portare ad una piena comprensione degli aspetti legati al fattore umano, organizzativi ed ambientali

Alcune tra queste:

HAZOP studio sulla operabilità del rischio

HAZANS studio sull'analisi del rischio

ARMS tecniche di audit della sicurezza





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Introduzione del Fattore Umano nella Teoria dei Sistemi

La prima teoria dei sistemi è nata tra il **1940 e 1950** come una reazione ai cambiamenti di ingegneria che cominciavano a comparire in quel momento

Tradizionalmente, la scienza e l'ingegneria hanno **affrontato la complessità** in due modi: la **riduzione analitica** e l'**analisi statistica**

Il cambiamento fondamentale è la complessità crescente.

*Le ipotesi sul ruolo degli esseri umani nella safety sono sempre state semplificate. La maggior parte degli esperti di fattore umano ora accettano il fatto che il **comportamento sia influenzato dal contesto** in cui si verifica e gli esseri umani **non falliscono (commettono errori) in modo casuale** (Dekker 2006)*



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

La teoria dei sistemi è stata creata **come alternativa alla riduzione analitica** *(von Bertalanffy, 1965; Weiner, 1965; Ackoff, 1971; Checkland, 1981).*

- Si concentra sui **sistemi nel loro complesso**, non sulle parti considerate separatamente
- La safety è **una proprietà emergente** (emerge da interazioni tra i componenti)
- Guardando **solo ad una parte di un sistema complesso**, non è possibile stabilire la possibilità che un incidente si verifichi.

Al fine di garantire che il sistema sia sicuro, **devono essere applicati dei vincoli sulle interazioni dei componenti.**

I **Vincoli di sicurezza** sono **istruzioni** su quali tipi di comportamento a livello di sistema o stato **non sono accettabili (regole e leggi)**



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Una visione ampia del "controllo" diviene implicita.

Il controllo viene applicato anche indirettamente **dall'ambiente sociale** e dalla **cultura organizzativa**.

Questo concetto di ingegneria può essere un **modo efficace per creare e modificare una cultura della sicurezza**

Risultato importante:

La **sicurezza** viene considerata come un **problema di controllo** piuttosto che un problema di affidabilità del componente



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Logica basata sull'essere umano, antropocentrica

La visione centrata sull'essere umano (Norman 1998)

Persone

Creative

Tolleranti / flessibili

Attente al cambiamento

Ricche di risorse

Macchine

prevedibili

rigide

insensibili al cambiamento

prive di immaginazione

Secondo gli studiosi del Fattore Umano, al centro dell'attenzione ci deve essere la persona

La tecnologia, le regole, le procedure, gli strumenti devono quindi essere
progettati in funzione delle peculiarità umane

Se il sistema induce ad un errore umano, il sistema stesso deve essere rivisto e riprogettato affinché risulti confacente ed idoneo alle peculiarità delle persone che dovranno utilizzarlo.

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

James Reason evidenzia che lo **studio delle cause** e la **predizione dell'errore**, dipende largamente da quanto siano ben **compresi i fattori che innescano gli errori e come questi agiscano**.

Questo richiede una Teoria che metta in relazione i **tre maggiori elementi** nella produzione di un errore:

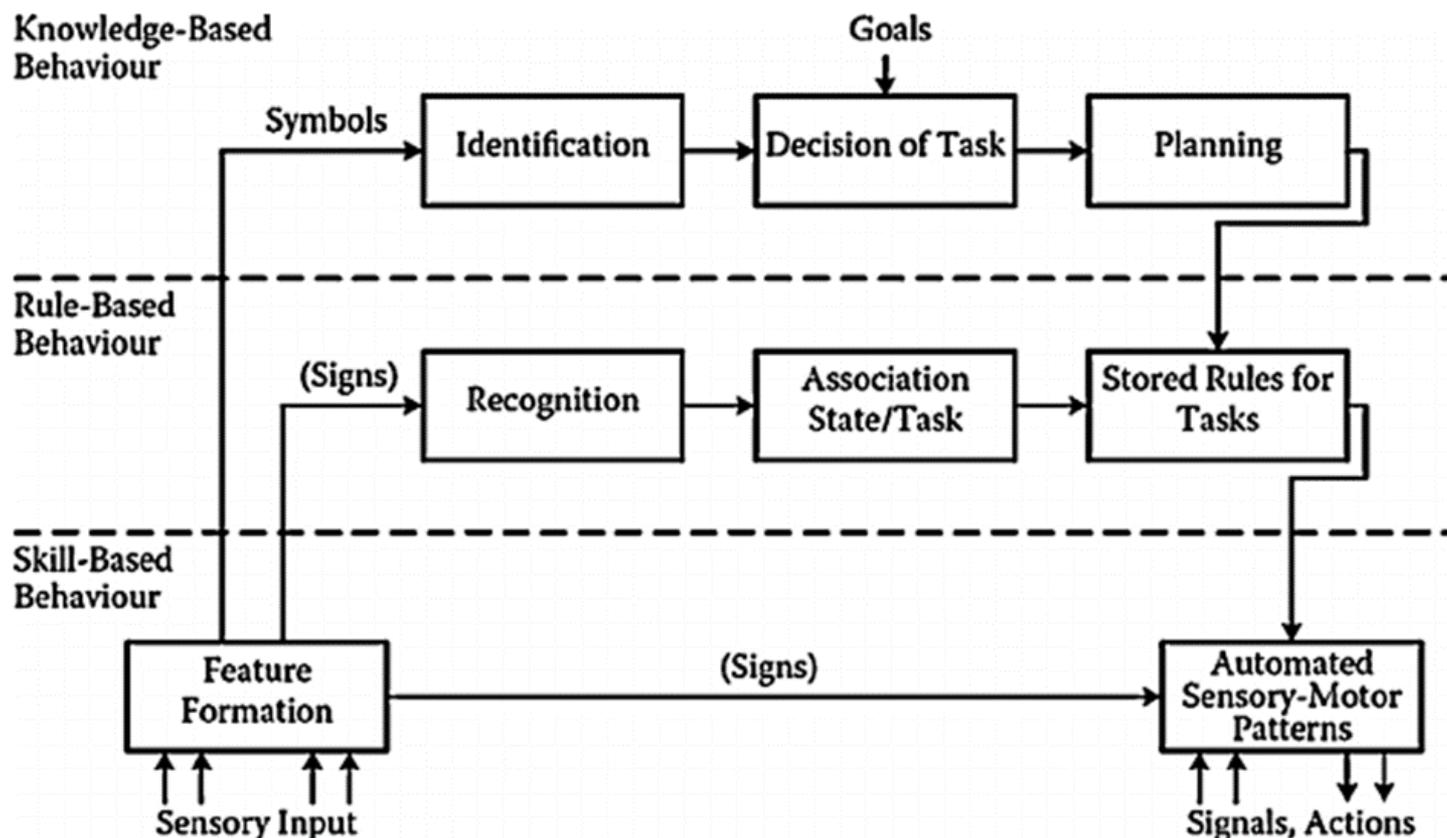
- La **natura del compito** e le circostanze ambientali
- Il **meccanismo che governa le performance**
- La **natura dell'individuo**.

La **configurazione umana**, le sue peculiarità, ed i suoi limiti (**biologici e cognitivi**) devono essere presi in considerazione anche in fase di **progettazione dei sistemi** che includano l'uomo.

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Il modello SRK è stato sviluppato da Jens Rasmussen (1983)

Lo SRK definisce tre tipi di comportamento o di **processi psicologici** presenti nel trattamento delle informazioni



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Skill-based level (Abilita')

Conosciuto anche come sensomotorio

- richiede poco o nessun controllo cosciente una volta acquisita
- prestazioni sono fluide, automatizzate, e si compongono di modelli altamente integrati di comportamento

Es: andare in bicicletta

Permette agli operatori di **liberare risorse cognitive, che possono poi essere utilizzate per funzioni cognitive superiori, come la soluzione di problemi (Wickens e Hollands, 2000).**

Errore

riconducibile all'automatismo, all'abitudine

Ad un input segue una risposta automatica, preprogrammata, senza interpretazione di altri segnali ambientali.

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Rule-based level (regole)

Uso di regole e procedure per selezionare una linea di condotta in una situazione di lavoro familiare

Le regole possono essere un insieme di istruzioni acquisite attraverso

- l'esperienza
- fornite in training dal sistema stesso attraverso materiale didattico
- fornito da personale incaricato.

riconoscimento di
un segnale



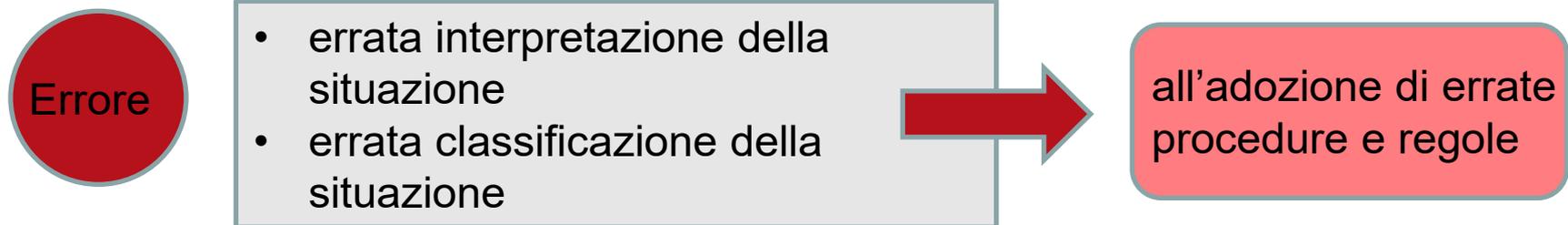
- l'attivazione di una procedura
appropriata al compito assegnato
- applicazione della procedura

E' quindi una applicazione di procedura a seguito di un input (stato-diagnosi).

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Rule-based level (regole)

Gli operatori **non sono tenuti a conoscere i principi** alla base di un sistema, per eseguire un comportamento basato su regole.

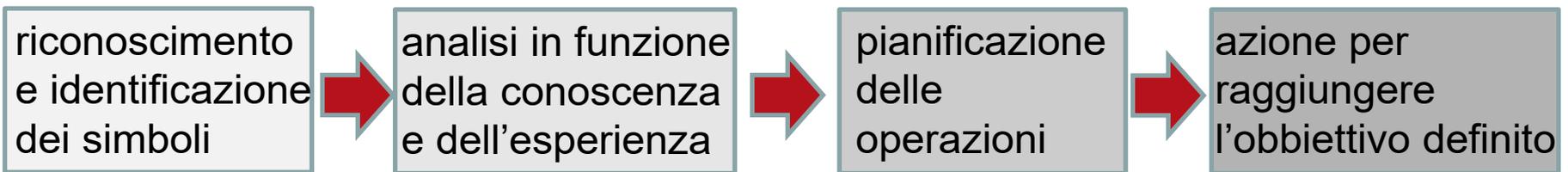


Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Knowledge-based level (conoscenza)

Rappresenta un **livello più avanzato di** ragionamento (Wirstad, 1988).

Situazione è nuova e inaspettata dove le regole non sono d'aiuto nella risposta



Operatori

- **tenuti a conoscere i principi fondamentali** e le leggi con cui il sistema è governato
- devono **formare obiettivi** espliciti in base alla loro **analisi attuale del sistema**

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Knowledge-based level (conoscenza)

Il **carico di lavoro cognitivo** è notevolmente maggiore di quando si utilizza comportamenti skill o rule based



- mancanza di informazioni
- informazioni devianti
- carenza di conoscenza
- interpretazione errata dei simboli
- reazioni non razionali dovute alla stessa situazione di stress



pianificazione
delle
operazioni



azione per
raggiungere
l'obiettivo

Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Gli **errori** devono quindi essere **analizzati e ricondotti alla tipologia** di comportamento usata per eseguire il compito

«L' Errore è l'insieme di occasioni in cui una sequenza pianificata di attività fisiche o mentali non riesce a raggiungere i risultati voluti e questi insuccessi non possono essere attribuiti a un qualche effetto del caso» (Reason 1990)

LIVELLI DI PRESTAZIONE	TIPI D'ERRORE
Livello skill-based	Slips e lapses
Livello rule-based	RB mistakes
Livello knowledge-based	KB mistakes

Tre tipi di errore di base in relazione con i tre livelli di prestazione di Rasmussen (Reason 1990)



Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

Con **Rasmussen e Reason** si sono sviluppate **ampie ricerche e studi sull'affidabilità sugli errori ed i limiti umani** che hanno prodotto le **principali teorie e dibattiti su questo tema**

Risulta quindi comprensibile come **diventi importante** e centrale lo studio dell'uomo, delle sue risorse, delle sue peculiarità, ma anche e soprattutto dei **suoi limiti** per poter **progettare, realizzare e gestire sistemi adeguati e consoni**





Il Fattore Umano, le tecniche di analisi

L'**apporto** che altre discipline quali la **psicologia**, l'**antropologia**, la **sociologia** e l'**ergonomia** ci propongono sullo studio del **rischio**, dell'**errore** e della **sicurezza** è che siano **costruiti socialmente** all'interno di un loro specifico **contesto organizzativo** in relazione con un ambiente esterno.

Gli **atteggiamenti sociali** e le **relative culture del pericolo** sono quindi **contesto-specifici** .

Nell'analisi dell'errore umano deve quindi rientrare il **contesto organizzativo e culturale** all'interno del quale questi errori e livelli di prestazione si manifestano.







Mod. IV – Il Fattore Umano

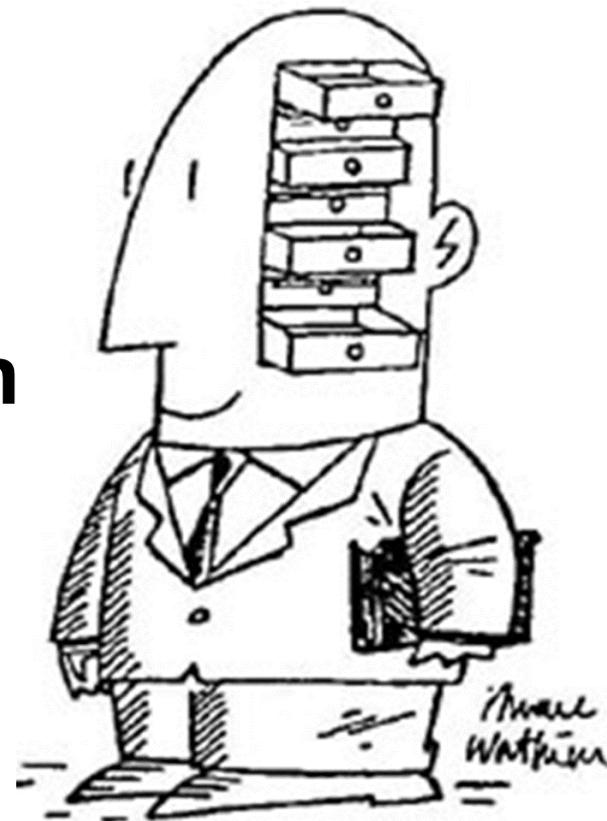
Human Cognition





Human Cognition

Human Cognition





Human Cognition

Cognizione umana

Processi coinvolti in ingresso, deposito, trasformazione e in uscita delle **informazioni** dagli esseri umani

Argomenti principali

- **Percezione**
- **Attenzione**
- **Memoria**
- **Skills (abilità)**





Human Cognition

PERCEZIONE





Human Cognition

Cognizione umana

Processi coinvolti in ingresso, deposito, trasformazione e in uscita delle informazioni negli esseri umani

Piccolo problema...

- Poiché ogni neurone può avere fino a 10.000 connessioni con altri neuroni, molta più interconnessione anche dei microchip più avanzati, la complessità del «cablaggio» del cervello umano è circa 120.000 volte maggiore di quello del microchip più avanzato disponibile in commercio.
- Tuttavia, la velocità di trasmissione nel cervello umano è solo dello 0,000034% rispetto a computer



Human Cognition

Cognizione umana



Processi coinvolti in ingresso, deposito, trasformazione e in uscita delle informazioni dagli esseri umani

Il modello di elaborazione delle informazioni umane ha cinque fasi:

1. sensazione
2. attenzione
3. percezione
4. processo decisionale
5. risposta.

Human Cognition

Percezione

Percezione è il processo di **acquisizione, selezione e organizzazione** di informazioni sensoriali

Lo studio della percezione si occupa di come gli *organismi elaborano e organizzano* le informazioni sensoriali grezze in entrata, in modo da formare una **rappresentazione coerente o modello del mondo** e usare questa rappresentazione per **risolvere i problemi** che e' necessario affrontare, come orientarsi, afferrare, e pianificare.

Le **cinque funzioni** principali del sistema percettivo sono:

- 1. Attenzione** Determinare a quali stimoli dell'ambiente sensoriale prestare attenzione
- 2. Localizzazione**, cioè determinare dove sono gli oggetti
- 3. Riconoscimento**, cioè determinare di quali oggetti si tratta
- 4. Astrazione** le informazioni critiche dagli oggetti
- 5. Costanza**, mantenere costante l'aspetto degli oggetti, anche se la loro immagine retinica cambia



Human Cognition

Percezione

I più importanti processi percettivi per l'aviazione sono quelli associati con la visione e l'udito

1. L'orecchio e il sistema uditivo

- l'equilibrio e il sistema vestibolare
- la localizzazione del del suono e l'identificazione della fonte

2. Il sistema visivo

- Processo bottom-up
- Processo top-down
- Percezione della profondità





Human Cognition

Percezione - L'attenzione

Esistono tre tipi di attenzione:

- attenzione selettiva
- attenzione sostenuta
- attenzione divisa.





Human Cognition

Percezione - L'attenzione

Solo una piccola parte delle informazioni in entrata e' rilevante

L'attenzione selettiva e' il processo attraverso cui selezioniamo alcuni stimoli rilevanti per il compito, da elaborare ulteriormente, ignorando gli altri.

Possiamo ricordare solo ciò a cui abbiamo prestato attenzione.

Se non prestiamo attenzione a (cioè, se ignoriamo) ampie parti dell'ambiente circostante, perdiamo la capacità di ricordarci successivamente di esse





Human Cognition

Percezione - L'attenzione

L'attenzione selettiva **riduce la quantità di informazioni necessarie affinché il nostro cervello possa elaborarle.**

L'attenzione e' multimodale

- può muoversi all'interno di una modalità (es. da uno stimolo visivo all'altro)
- tra modalità diverse (es. dalla vista di un oggetto all'ascolto di una voce)



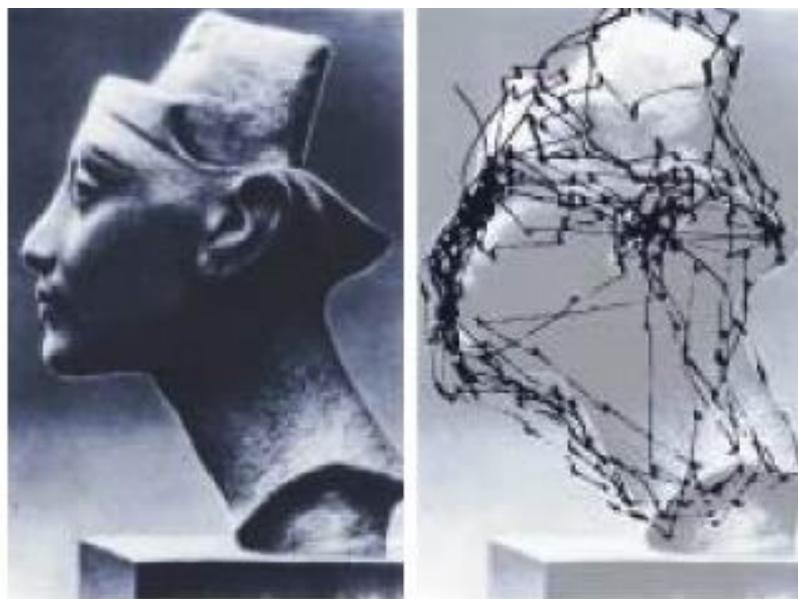
Human Cognition

L'attenzione selettiva

Nella visione - movimenti oculari

La **fissazione** oculare ha come oggetto le parti delle scene che veicolano le quantità maggiori di informazioni

Effetto weapon (Loftus, 1987)

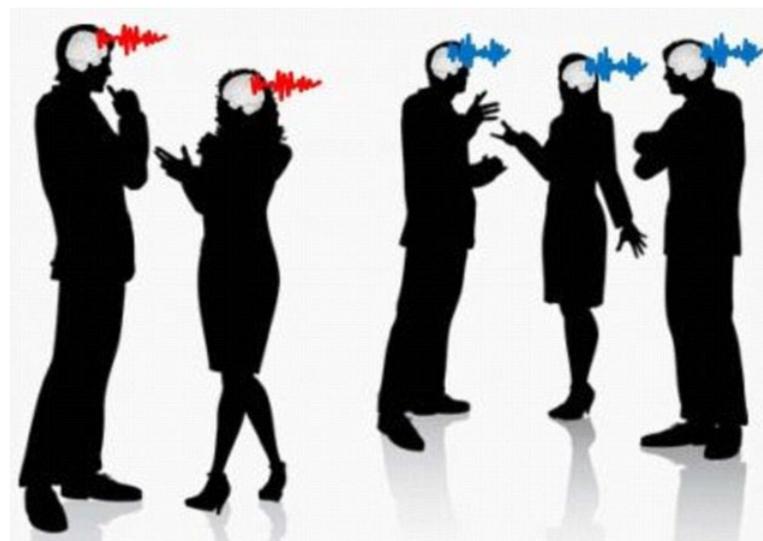


Human Cognition

L'attenzione selettiva

Nell'udito - ascoltare selettivamente

Indicatori - direzione di provenienza
caratteristiche della voce (effetto party)



Human Cognition

Percezione - L'attenzione selettiva

MA.....

L'attenzione selettiva e il destino dell'informazione irrilevante

- L'attenzione selettiva permette di **selezionare** le informazioni rilevanti per lo svolgimento di un compito. Ma le informazioni irrilevanti che fine fanno???
- Vari paradigmi sperimentali elaborati in psicologia cognitiva ci possono permettere di capire meglio il destino dell'informazione irrilevante per il compito o l'attività che dobbiamo eseguire.



Human Cognition

Percezione - L'attenzione selettiva

L'effetto Simon (1969)

E' un esempio di fenomeno che mostra come informazioni irrilevanti possano essere **non completamente ignorate** ma anzi **elaborate al punto da interferire con l'elaborazione delle informazioni rilevanti per il compito.**

E' stato inizialmente studiato usando stimoli acustici ma poi anche stimoli visivi.

La rilevanza di questo effetto risiede anche nel fatto che costituisce una dimostrazione molto convincente **dell'importanza delle informazioni spaziali per il nostro sistema cognitivo.**



Human Cognition

Percezione - L'attenzione selettiva

Possibile spiegazione dell'interferenza

Esistono due vie che **competono** per l'accesso al sistema di risposta.

La **via automatica** attiva la risposta corrispondente alla **posizione** dello stimolo

La **via controllata** la risposta richiesta dal compito, **colore**



Nelle prove compatibili il codice di risposta generato dalle due vie è lo stesso e quindi non c'è interferenza

In quelle incompatibili è diverso e quindi c'è interferenza

Human Cognition

Percezione - Localizzazione

Al fine di sapere dove sono gli oggetti intorno a noi, dobbiamo innanzi tutto **separarli l'uno dall'altro e dallo sfondo**.

Il sistema percettivo quindi determina la **posizione** degli oggetti in modo **tridimensionale**, sulla base della loro **distanza da noi** e dei **pattern di movimento**

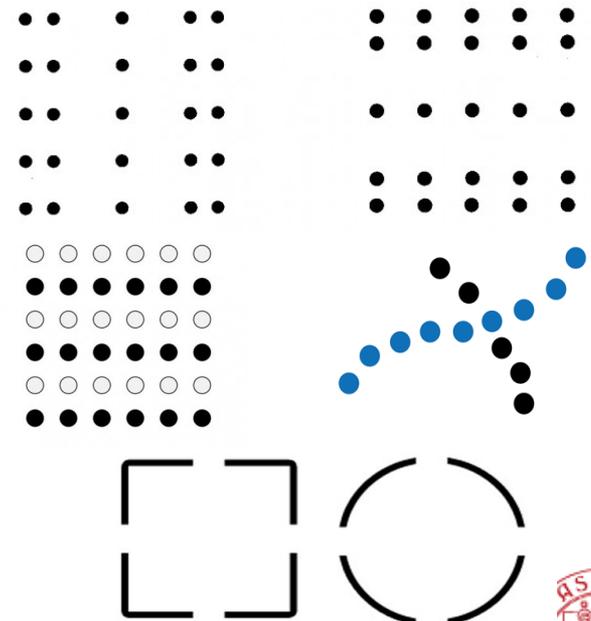
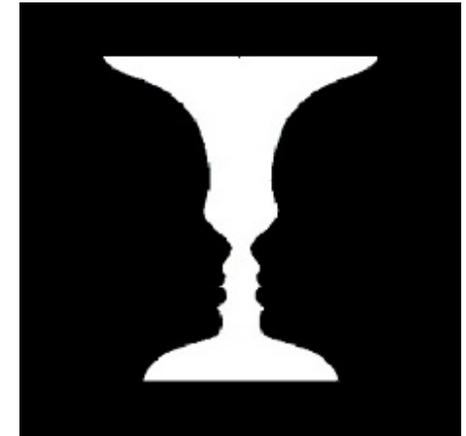
Per localizzare gli oggetti dobbiamo:

1. Separazione degli oggetti e figura/sfondo
2. Organizzazione in gruppi
3. Percezione della distanza
4. Percezione del movimento

Human Cognition

Localizzazione

1. Per localizzare gli oggetti dobbiamo prima **separarli** e poi organizzarli in gruppi.
2. Il **raggruppamento** avviene, secondo la Gestalt, secondo i seguenti fattori determinanti:
 - Vicinanza
 - Somiglianza
 - Continuità'
 - Chiusura.



Human Cognition

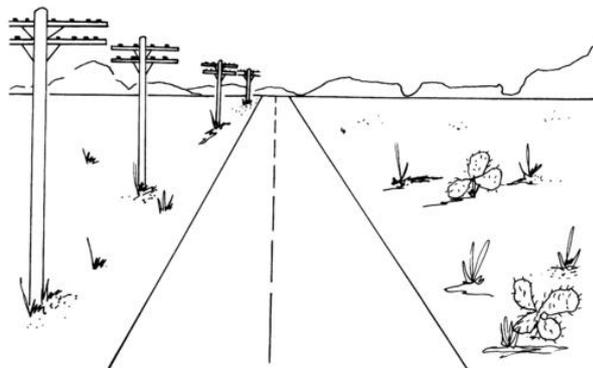
Localizzazione

3. Per conoscere la **sua distanza** da noi facciamo riferimento allora ad una serie di indici di profondità, **monoculari e binoculari**

La **disparita' binoculare** e' la differenza tra le immagini retiniche nei due occhi (3-4 metri quasi uguali)

Indici monoculari:

- Dimensioni relative
- Sovrapposizione
- Altezza relativa
- Prospettiva (linee convergenti, posizione nel campo visivo di oggetti più vicini all'orizzonte sono più lontani).
- Ombreggiatura
- Movimento relativo





Human Cognition

Localizzazione

4. La localizzazione di un oggetto talvolta richiede la **conoscenza della direzione dell'oggetto stesso (movimento reale /movimento stroboscopico dei film)**

Velocità angolare del moto relativo è maggiore per gli oggetti vicini.



Human Cognition

Riconoscimento

Per riconoscere un oggetto e' **necessario legare insieme** correttamente le varie **caratteristiche associate all'oggetto** in questione

Il **contesto** facilita il riconoscimento (aspetti globali della scena)

I processi pre-attentivi acquisiscono le caratteristiche base (forma, colore), mentre l'attenzione le unisce insieme.

Speciali tipologie di cellule della corteccia cerebrale visiva sono sensibili a diversi tipi di caratteristiche degli stimoli

I processi di riconoscimento dal basso all'alto (**bottom-up**), sono guidati esclusivamente dall'input sensoriale.

I processi di riconoscimento dall'alto al basso (**top-down**), sono guidati dalle conoscenze e dalle aspettative dell'individuali.

Human Cognition

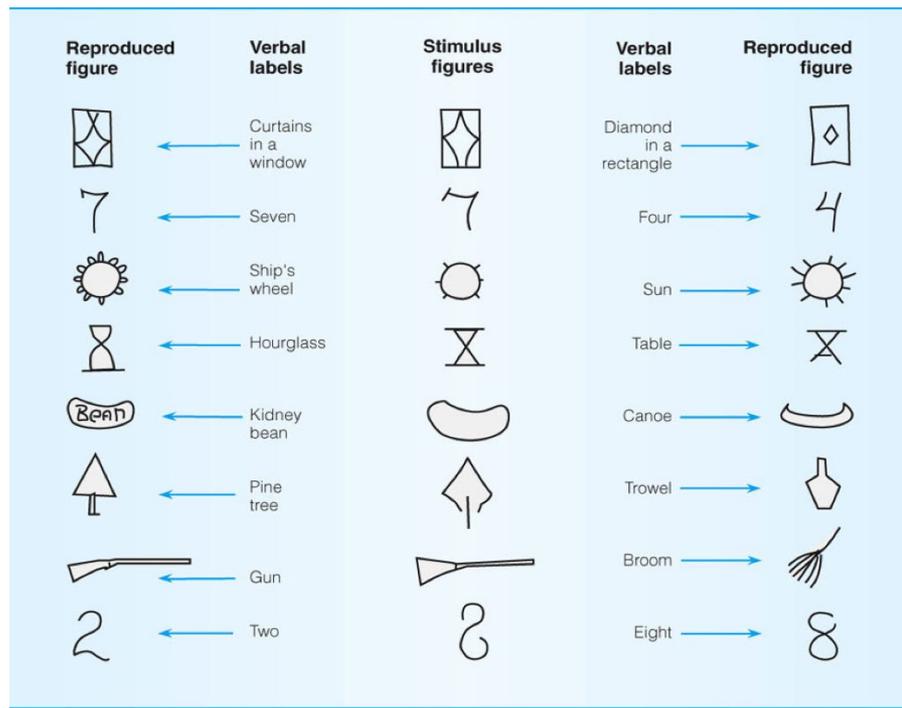
Astrazione

L'astrazione è il **processo di conversione delle informazioni sensoriali grezze**, acquisite tramite gli organi di senso (es: modelli di linee rette e curve), in **categorie astratte già immagazzinate** (es. Lettere e parole)

Vantaggi dell'astrazione:

- **Immagazzinamento** richiesto inferiore
- **Velocità** di elaborazione

È più efficiente percepire e codificare in memoria un'astrazione dell'oggetto piuttosto che la sua rappresentazione esatta.





Human Cognition

Costanza percettiva

Mantenere la costanza, cioè **mantenere uguale l'apparenza** degli oggetti nonostante le significative variazioni e cambiamenti che avvengono negli stimoli ricevuti dagli organi sensoriali, che sono causate da diversi fattori ambientali.

La **costanza di colore e luminosità**

La **costanza di grandezza**

La **costanza di forma**

Nonostante le costanze visive siano le più importanti, le costanze **si verificano in tutte le modalità sensoriali**.



Human Cognition

Costanza percettiva

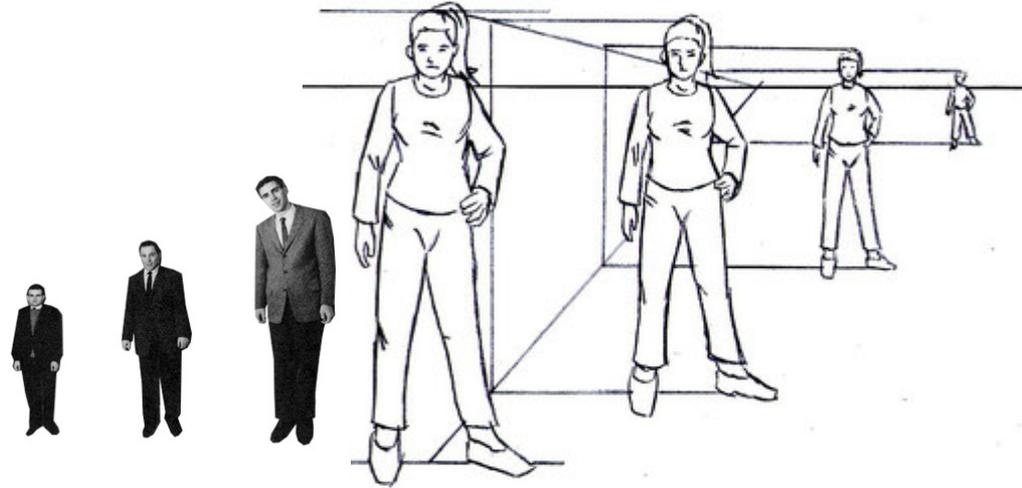
La costanza di colore e luminosita'



Human Cognition

Costanza percettiva

La costanza di grandezza



Human Cognition

Costanza percettiva

La costanza di forma



Che cosa sono?



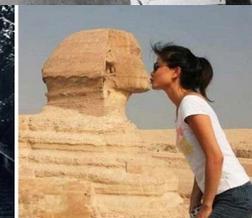
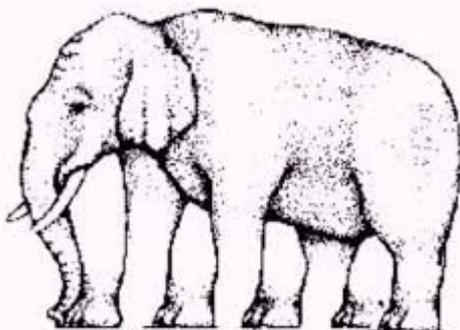
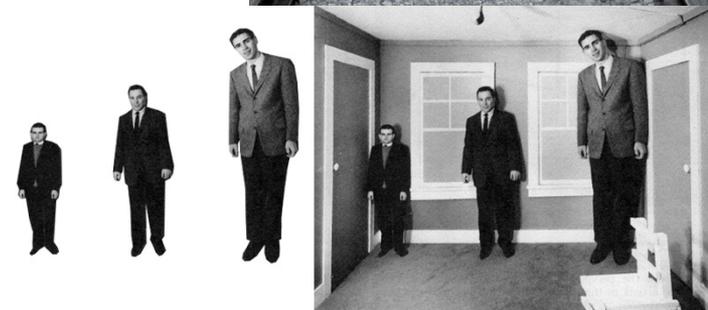
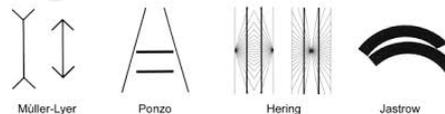


Human Cognition

Costanza percettiva

Intrinsicamente le costanze **comportano una «illusione»** nel senso che grazie alla natura della costanza, la **percezione differisce sistematicamente dalla natura fisica dello stimolo in questione.**

Diversi tipi di illusione percettiva possono essere spiegati dal tentativo di mantenere la costanza, da parte del sistema percettivo.

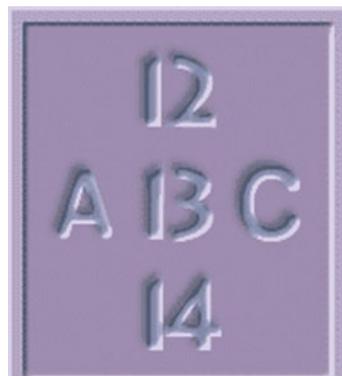


Human Cognition

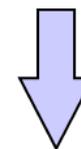
Gli occhi e il Sistema visivo

Percezione visiva

Elaborazione Top-down



Se la percezione è generata in modo **deterministico** (elaborazione Bottom-up) dalla corteccia visiva, come puo' uno **stimolo distale** (mondo reale) **produrre due percetti?**



Da un **modello mentale**: la nostra **esperienza e le aspettative** aiutano a **determinare ciò che vediamo** (elaborazione di top-down)

Human Cognition

Gli occhi e il Sistema visivo

Percezione visiva

Alcuni problemi percettivi:

Superfici lisce o omogenee o quelle con texture di dimensioni sconosciute, possono produrre **giudizi imprecisi della dimensione**.

Mare. (onda lunga/corta)

Puo' produrre un **modello mentale impreciso** della situazione che prevale sulla percezione esatta degli strumenti.

Entrambe elaborazioni **Bottom-up**.

Aggravata dalla fatica e carico di lavoro.



Human Cognition

L'orecchio e il sistema uditivo

L'orecchio serve due funzioni principali:

- **Equilibrio.** Il sistema vestibolare dell'orecchio interno rileva accelerazioni angolari e lineari della testa
- **Udito.** Per rilevare i suoni, per determinare la posizione delle loro fonti e riconoscere l'identità di queste fonti



Human Cognition

L'orecchio e il sistema uditivo

Equilibrio e sistema vestibolare

Implicazioni pratiche in aviazione

Per quanto riguarda l'**Otolite**, la forza del peso in un aereo che sta **salendo** opera alla stregua della forza risultante in un' **accelerazione** dell'aeromobile.

Senza feedback visivo, i piloti possono confondere l'accelerazione con la salita. La situazione è aggravata se il pilota tenta di compensare una percezione errata. Anche se il feedback da parte del sistema vestibolare può essere convincente, un pilota deve imparare a fidarsi di strumentazione.

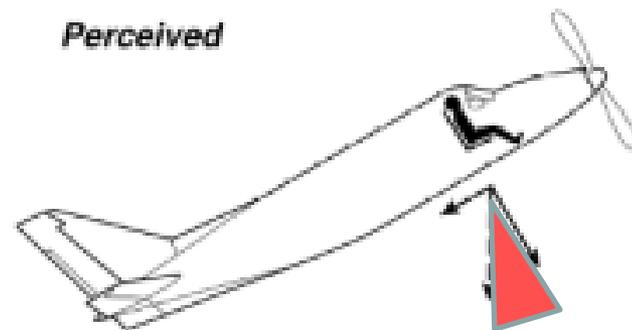
Effect of Acceleration

Actual



Actual forces exerted on pilot during forward acceleration.

Perceived



The resultant force is perceived by pilot as the force of gravity thereby causing a false sensation of "pitch-up".

Human Cognition

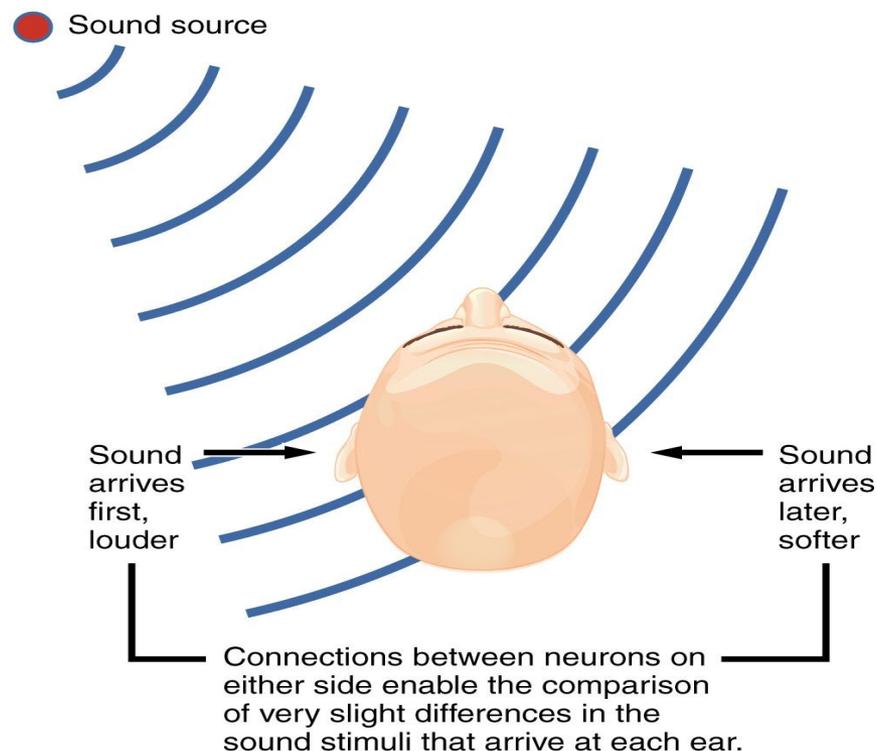
L'orecchio e il sistema uditivo

Percezione uditiva

Localizzazione del suono: **differenze interuditiva**

- Intensità.
- Tempo/fase.

Suoni emanati direttamente di fronte e dietro la testa producono le stesse differenze di interuditiva.





Human Cognition

L'orecchio e il sistema uditivo

Percezione uditiva

Implicazioni pratiche

Cockpit design: il cockpit si basa quasi essenzialmente sulla presentazione delle informazioni visive.

L'adozione di segnali uditivi può ridurre il carico di lavoro dei piloti nel dominio visivo.

Localizzazione uditiva dei warnings: suoni simili provenienti da sistemi diversi possono causare **confusione**





Human Cognition

Percezione

Sintesi

I processi **Bottom-up** (informazioni dai nostri sensi) e **top-down** (aspettative ed esperienze) influenzano il modo in cui percepiamo il mondo.

La percezione risultante **spesso non è il vero riflesso del mondo esterno.**

Questo può essere **vantaggioso** quando è nel nostro interesse semplificare un mondo che ci bombarda di informazioni, ma **potenzialmente catastrofica** quando **illusioni percettive** conducono a prendere un **comportamento inadeguato.**







Il fattore Umano

Testi di riferimento

- ICAO Doc 9859 - Safety Management Manual, Third Edition - 2013;
- ICAO Annex 19, Safety Management, 1st Edition;
- ICAO (2002). Line Operations Safety Audit (LOSA). Doc 9803-AN/761
- ICAO ADREP 2000 Taxonomy;
- ICAO Annex 13 to the Chicago Convention — Aircraft Accident Investigation
- EU-OPS
- EU Regulation (EU) No 376/2014
- Position Paper on the compliance of EASA system and EU-OPS with ICAO Annex 6 safety management systems (SMS) standards and recommended practices for air operators;
- EU-OPS 1.037
- NASA (2006). Aviation Safety Reporting System Program Overview
- Reason, James; Parker, Dianne; Free, Rebecca. Bending the Rules: The Varieties, Origins and Management of Safety Violations. Department of Psychology, University of Manchester, England. September 1994.
- Reason, J. (1997). Managing the Risks of Organisational Accidents. Ashgate; Aldershot, England.
- Reason, J.(1990) "Human Error". Cambridge University Press
- Ford, C., Jack, T., Crisp, V., & Sandusky, R. (1999).
- Dekker, S. (2006). The Field Guide to Understanding Human Error. Ashgate; Aldershot, England.
- Dismukes, R.; Berman, A.B.; Loukopoulos, L.D. (2007). "The Limits of Expertise: Rethinking Pilot Error and the Causes of Airline Accidents." Studies in Human Factors for Flight Operations. Ashgate; Aldershot, England.
- HFACS Analysis of Military and Civilian Aviation Accidents: A North American Comparison. ISASI, 2004
- Scott A. Shappell (Feb 2000), "The Human Factors Analysis and Classification System–HFACS" DOT/FAA/AM-00/7.

