

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

XXII ciclo della  
Scuola di dottorato in

Neuroscienze e scienze cognitive – indirizzo psicologia

## ERGONOMIA COGNITIVA E GUIDA DI VEICOLI

Psicologia della percezione

DOTTORANDO

GABRIO TOGNOLLI

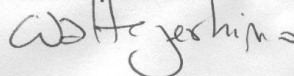
RESPONSABILE DOTTORATO DI  
RICERCA

Chiar.mo prof. TIZIANO AGOSTINI



RELATORE

Chiar.mo prof. WALTER GERBINO



ANNO ACCADEMICO 2009-2010

# ABSTRACT

Guidare è un'attività complessa e, secondo lo “User Interface Design”, il guidatore è l'elemento centrale.

Durante l'attività di guida, il conducente deve prestare attenzione sia alle interfacce a bordo veicolo che alle condizioni dell'ambiente esterno (situazione meteorologica, traffico, ecc.)

Il ruolo dell'ergonomia cognitiva nel contesto automobilistico è quindi di progettare interfacce utilizzabili su sistemi a bordo veicolo.

In altre parole, l'obiettivo è quello di ridurre quanto più possibile il carico di lavoro cognitivo necessario durante la guida attraverso la progettazione di interfacce usabili.

Durante la guida lo sforzo richiesto dipende non solo dal compito di guida, ma anche da alcuni compiti secondari (usare le strumentazioni a bordo veicolo, ad esempio), inoltre:

- lo sforzo indotto dal compito primario di guida può cambiare in relazione al contesto esterno (traffico, visibilità ...)
- le risorse rimanenti possono essere utilizzate per eseguire l'attività secondaria o interventi di emergenza
- le soglie di overload cognitivo possono cambiare in relazione alla psicofisica / stato emotivo dell'utente (stress, stanchezza ...)

Lo scopo del primo studio è stato quello di capire quanti comandi al volante possono essere utilizzati in un'automobile, senza causare un eccessivo aumento delle risorse cognitive necessarie, inoltre è stata valutata l'efficacia di una organizzazione funzionale dei comandi nel limitare le risorse cognitive necessarie.

Per valutare il carico cognitivo è stato utilizzato il paradigma del doppio compito: il compito primario è il compito di guida, il compito secondario è l'interazione con i comandi a volante

I parametri considerati per valutare il carico di lavoro cognitivo nella guida sono stati:

1. dati soggettivi: i partecipanti compilavano un questionario riguardante il carico di lavoro percepito
2. valutazione oggettiva della prestazione di guida
3. valutazione oggettiva delle prestazioni del compito secondario

I risultati mostrano che l'organizzazione funzionale permette di aumentare il numero di comandi a volante senza aumentare il carico di lavoro cognitivo.

Il secondo lavoro invece aveva lo scopo di identificare il migliore posizionamento dei comandi secondari interni alla cabina dei camion. Questo è molto importante per la sicurezza di guida, perché i camionisti necessitano di utilizzare quasi 100 controlli nella cabina di guida.

E' stato utilizzato il metodo del "Potato head" per l'analisi delle preferenze di posizionamento dei comandi, chiedendo quindi ai guidatori dei camion di progettare la "cabina di guida perfetta".

I risultati del terzo esperimento dimostrano che i camionisti tendono ad organizzare i controlli nella cabina di guida utilizzando varie strategie, soprattutto il mapping, e l'organizzazione funzionale.

Il terzo lavoro che verrà presentato riguarda un altro fenomeno che può ricoprire un ruolo importante nella prestazione di guida: la change blindness, fenomeno che consiste nell'incapacità di notare consapevolmente cambiamenti rilevanti in una scena quando questi hanno luogo contemporaneamente ad altri eventi visivi di disturbo

Lo scopo dello studio è di valutare gli effetti di un distrattore uditivo/sonoro presentato da solo o contemporaneamente allo stimolo visivo di disturbo.

# INDICE

PREFAZIONE.....	1
ERGONOMIA COGNITIVA E USER CENTERED DESIGN.....	5
ATTENZIONE E GUIDA DI VEICOLI.....	16
CARICO COGNITIVO ALLA GUIDA: COMANDI A VOLANTE E ANALISI DELL'INTERFACCIA DI UN SISTEMA DI GUIDA AUTOMATICA .....	31
PROGETTARE L'ABITACOLO DI UN CAMION: METODO DEL POTATO HEAD.....	55
CHANGE BLINDNESS MULTISENSORIALE.....	65
CONCLUSIONI.....	80
BIBLIOGRAFIA.....	83
APPENDICE.....	87

# PREFAZIONE

In Italia ci sono più di 34 milioni di patenti B attive.

Questo numero comprende il 50% circa delle donne maggiorenni italiane, e l'80% degli uomini (dati ISTAT).

L'automobile quindi fa decisamente parte della vita di una grandissima percentuale della popolazione, è sicuramente uno degli oggetti più comuni e più utilizzati, ed è quindi un naturale oggetto di studio anche per chi si occupa di usabilità.

E' importante in tal senso sottolineare anche che gli incidenti stradali in Italia sono ogni anno più di 200.000, la metà dei quali, secondo alcune ricerche, sono dovuti a distrazione o errori del guidatore, e non ad eventi esterni come clima, visibilità, condizione delle strade.

Questi incidenti causano la morte di più di 4000 persone in Italia e il ferimento di oltre 350000.

Questo succede perché la guida di veicoli è un'attività molto impegnativa, che richiede diverse risorse cognitive per essere eseguita.

La sicurezza è quindi un fattore fondamentale da tenere in considerazione quando si progettano i veicoli.

Il modo migliore di incrementare la sicurezza alla guida è quello di utilizzare tutti gli strumenti necessari per ridurre al minimo l'errore umano.

L'automobile, inoltre, sta diventando con il passare degli anni e il progredire della tecnologia, sempre più complessa, con la presenza di una strumentazione di bordo che può essere un ausilio alla guida, ma può anche essere una fonte di distrazione. Inoltre in automobile facciamo molte attività non collegate direttamente alla guida, come ad esempio azionare ed ascoltare l'autoradio, parlare al cellulare, ecc.

Infatti i sistemi a bordo veicolo sono divisi in due categorie:

1. I sistemi ADAS (Advanced Driving Assist System): sono i sistemi che aiutano direttamente l'attività di guida del veicolo, teoricamente riducendo le risorse cognitive necessarie ad eseguire i vari compiti di guida. Alcuni esempi sono sistemi di parcheggio semi-automatico, sistemi di evitamento delle collisioni, il cruise control adattativo.
2. I sistemi IVIS (In-Vehicle Information System): sono sistemi che non intervengono direttamente nella guida del veicolo, ma forniscono informazioni rilevanti, o sono sistemi di comfort. Alcuni esempi possono essere il navigatore, oppure l'autoradio.

Quindi un ADAS per essere utile deve diminuire la quantità di risorse cognitive necessarie durante la guida, e per ottenere questo oltre che funzionare deve anche avere un'interfaccia intuitiva che permetta all'utente di interagire con efficienza ed efficacia.

Gli IVIS invece, non intervenendo direttamente nella guida, ma anzi aggiungendo fonti di distrazione, devono essere progettati con un'interfaccia che riduca al minimo le risorse cognitive necessarie per utilizzarla.

E' abbastanza evidente, quindi, che la progettazione dei vari sistemi a bordo veicolo deve dedicare molta attenzione all'usabilità delle interfacce necessarie all'azionamento e alla gestione da parte dell'utente di questi sistemi, che siano attività relativamente semplici come azionare il tergicristallo o più complesse.

Per ovvie ragioni commerciali, la tendenza dell'industria automobilistica è di aumentare sempre più il numero di sistemi supplementari nelle automobili, alcune (ADAS) con un effettivo effetto di alleggerimento delle risorse cognitive necessarie all'attività di guida; ma si stanno sviluppando e mettendo in commercio moltissimi sistemi con relative interfacce, che possono interferire in maniera più o meno netta con il compito di guida.

Risulta quindi necessario e vitale per i produttori di automobili di servirsi delle competenze degli psicologi cognitivi, esperti in ergonomia cognitiva, per contribuire alla progettazione delle interfacce di interazione di questi sistemi.

E, d'altra parte, la ricerca di base in psicologia fornisce conoscenze che possono essere applicate poi nella progettazione di sistemi, interfacce ed oggetti.

La maggior parte della mia attività di dottorato è stata svolta presso il Centro Ricerche Fiat a Torino, e mi sono occupato proprio di questi temi, quindi. Ho cercato di contribuire allo sviluppo di interfacce uomo-macchine sempre più usabili, occupandomi in particolar modo dell'organizzazione dei comandi presenti a bordo veicolo, sia delle automobili che dei camion, oltre che dei test di usabilità di interfacce di sistemi piuttosto innovativi.

L'attività e i risultati ottenuti sono a mio parere molto interessanti.

**Trattandosi di ricerche svolte all'interno del Centro Ricerche Fiat, e pertanto protette da segreto industriale, in questa tesi verrà presentata solo una parte delle ricerche svolte, e di questa parte di ricerche non verranno divulgati i risultati in maniera precisa. Verrà descritta la metodologia utilizzata e l'analisi dei dati, ma non verranno presentati i risultati esatti.**

## STRUTTURA DELLA TESI

La presente tesi è strutturata in 5 capitoli. Nel primo capitolo viene presentata una panoramica sui concetti di ergonomia cognitiva e design centrato sull'utente, cercando di fornire il substrato metodologico all'interno del quale sono stati svolti gli studi di usabilità poi descritti. Più precisamente viene fatto riferimento ai principi di usabilità enunciati per primo da Donald Norman, e a regole di design universale sviluppate negli anni successivi. Viene poi spiegato il concetto di design centrato sull'utente.

Il capitolo successivo riguarda il ruolo dell'attenzione nel compito di guida. In questo capitolo viene fatta una rassegna su studi recenti e meno recenti che riguardano vari aspetti dell'attenzione alla guida. Particolare attenzione viene data ai concetti di integrazione multisensoriale e cecità al cambiamento (change blindness), e agli aspetti spaziali dell'attenzione. Viene fatto riferimento soprattutto

a ricerche riguardanti il contesto automobilistico, ma le conclusioni possono essere generalizzate trattandosi comunque di concetti di base dell'attenzione.

Il terzo capitolo presenta due ricerche svolte al Centro Ricerche Fiat. Viene prima presentato l'approccio metodologico adottato in generale per studi di questo genere, per poi parlare della ricerca svolta sull'organizzazione dei comandi a volante da inserire in un'automobile.

La seconda ricerca trattata in questo capitolo riguarda invece la fase di test di un sistema avanzato di guida automatica, e in particolare del confronto da due tipi diversi di interfaccia, un'interfaccia che integra informazioni visualizzate su un monitor con warning sonori, e un'altra invece che utilizza informazioni verbali acustiche accanto alle informazioni su monitor.

Il capitolo successivo riguarda invece una ricerca svolta sui camion, con lo scopo di organizzare nel modo migliore i controlli presenti nell'abitacolo dei mezzi pesanti. Per ottenere lo scopo, sono stati coinvolti camionisti di professione, ed è stato utilizzata una metodologia particolare, chiamata "Potato Head Method", in cui sostanzialmente, come vedremo, sono gli utenti stessi a costruire liberamente il loro camion ideale. Successivamente integrando le informazioni così ottenute con i principi di usabilità e l'analisi degli esperti è possibile creare il miglior abitacolo possibile dal punto di vista dell'usabilità

Il quinto capitolo presenta invece una ricerca che ha l'obiettivo di indagare l'effetto di un distrattore multisensoriale (acustico e visivo) relativamente alla capacità di rilevare un cambiamento importante in una scena visiva. Utilizzando immagini di strade trafficate, viene dimostrato come il tradizionale effetto di change blindness ottenuto con la presenza di mudsplashes presentati per un breve tempo durante il passaggio tra un'immagine e l'altra, può venir ulteriormente aumentato dalla presenza di un distrattore sonoro.



# **ERGONOMIA COGNITIVA E USER CENTERED DESIGN**

La parola “ergonomia” deriva dal greco *ergòn* , che significa lavoro, attività, e da *nomòs*, scienza, legge naturale.

Etimologicamente quindi significa “scienza dell’attività lavorativa”.

L’invenzione di questo neologismo è da attribuirsi allo psicologo inglese K.H.F. Murrell, che in un congresso dello “Human Research Group” descrisse una disciplina che cerca di adattare il lavoro all’uomo, migliorando la sicurezza del posto di lavoro, e la salute, il benessere e le prestazioni dei lavoratori.

Con il passare degli anni e l’aumento delle conoscenze teoriche e dello sviluppo tecnologico, il termine ha via via ampliato il suo significato, e ora si riferisce all’analisi, la valutazione e la progettazione dell’interazione uomo-macchina-ambiente.

Si tratta dunque di un corpo di conoscenze interdisciplinari.

Una definizione piuttosto efficace del termine ergonomia è stata data da Di Naro-Sirianni nel 1981: “l’ergonomia è un insieme di tecniche interdisciplinarmente tratte dalla medicina, dalla fisiologia, dalla psicologia, dalla tecnologia, dall’organizzazione, tendenti alla progettazione degli ambienti fisici ed umani di lavoro. Essa ha come presupposto base l’adattamento dell’ambiente all’uomo e non viceversa dell’uomo all’ambiente”.

La IEA (International Ergonomics Association), ha approvato questa definizione: “ L’ergonomia è la disciplina scientifica interessata alla comprensione dell’interazione tra gli elementi di un sistema (umani e di altro tipo) e la funzione per cui viene progettato (nonché la teoria, i principi, i dati e i metodi che vengono applicati nella progettazione). Ciò allo scopo di ottimizzare la soddisfazione dell’utente e l’insieme delle prestazioni del sistema”.

La SIE (Società Italiana di Ergonomia) adotta questa definizione: “Corpus di conoscenze interdisciplinari in grado di analizzare, progettare e valutare sistemi semplici o complessi, nei quali l’uomo figura come operatore o come utente. Persegue competenza e compatibilità tra il mondo che ci circonda – oggetti, servizi, ambienti di vita e di lavoro – ed esigenze umane di natura psicofisica e sociale, anche con l’obiettivo di migliorare l’efficienza e l’affidabilità dei sistemi”.

Da queste definizioni possono essere evidenziati alcuni concetti e parole chiave attraverso i quali comprendere contenuti ed evoluzione dell’approccio ergonomici:

- **INTERDISCIPLINARITA’**: Come già detto l’ergonomia nasce come settore di ricerca caratterizzato come corpus di conoscenze nel quale si integrano nozioni e strumenti metodologici provenienti da diversi settori disciplinari;
- **LAVORO**: Il termine lavoro va inteso in un’accezione più ampia, come insieme delle attività dell’uomo, quindi l’interazione uomo-ambiente;
- **ADATTAMENTO del lavoro all’uomo**: si tratta del concetto fondamentale e sottolinea un radicale ribaltamento di prospettiva nello studio delle attività umane. Viene infatti invertito il rapporto tra uomo e macchina, è l’uomo a diventare la “variabile indipendente”, bisogna cioè adattare l’ambiente all’uomo, non più il contrario.
- **EFFICIENZA E MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE**: lo scopo della ricerca in ergonomia e della sua applicazione pratica è di rendere l’esperienza di interazione con l’ambiente il più semplice possibile, permettendo di aumentare la soddisfazione dell’utente durante l’interazione stessa e garantendo contemporaneamente un miglioramento nella prestazione del sistema uomo-ambiente.

## 1.1 L'ERGONOMIA COGNITIVA

L'oggetto di studio dell'ergonomia cognitiva è, secondo la definizione dell'EACE (la Società Europea di Ergonomia Cognitiva), “l'interazione tra il sistema cognitivo umano e gli strumenti per l'elaborazione dell'informazione. La conoscenza prodotta da questo studio è utilizzata per supportare la progettazione di strumenti appropriati per i più svariati usi, dal lavoro, all'educazione, al divertimento” (tratto dallo statuto dell'EACE, 1987).

Possiamo quindi affermare che l'ergonomia cognitiva è una disciplina che mira a migliorare l'interazione tra il sistema cognitivo umano e gli strumenti di elaborazione dell'informazione, allo scopo di aumentare il benessere e l'efficienza di questa interazione.

E' abbastanza intuitivo che questo tipo di sviluppo dell'ergonomia cognitiva è strettamente legato ad almeno due importanti fattori:

1. Il mutamento del lavoro umano da aspetti più fisici ad aspetti più cognitivi, con la conseguente necessità di avere uno strumento di lavoro “trasparente”, cioè “facile da usare” ;
2. Lo sviluppo e la diffusione dei sistemi informatici, e il bisogno quindi di studiare l'interazione uomo-computer facendo riferimento alle caratteristiche cognitive dell'utente.

E' evidente che in questo ambito è la psicologia più di altre discipline a fornire il substrato teorico e gli strumenti adatti, con la possibilità concreta di applicare le conoscenze acquisite nello studio della cognizione umana alla progettazione e realizzazione di manufatti “cognitivamente ergonomici”.

E' necessario quindi spiegare alcuni concetti fondamentali per la progettazione di oggetti ergonomici, di cui la ricerca psicologica è lo strumento principale di indagine.

Questi concetti sono stati descritti e approfonditi da D. Norman nel suo libro: “The Psychology of Everyday Things”, in cui appunto Norman si occupa di definire i principi base della progettazione in chiave ergonomica.

Schematizzando, i principi da tener presenti quando si progettano interfacce sono i seguenti, rispettarli significa creare oggetti usabili facilmente dagli utenti.

## MAPPING:

Uno dei principi più importanti da tenere in considerazione quando si progettano oggetti e interfacce è il principio del mapping, termine che indica una relazione tra due cose; nel caso della progettazione di interfacce di uno strumento, si intende quindi il rapporto tra i comandi e il loro azionamento con i risultati nel mondo esterno.

Per fare un semplice esempio, se dobbiamo sollevare un oggetto utilizzando uno strumento meccanico, azionare il comando muovendolo verso l'alto crea un'associazione naturale ed immediata, quindi facile da apprendere e ricordare.

Quando possibile, il mapping dovrebbe essere univoco, nel senso che a un comando dovrebbe corrispondere una e una sola funzione, anche se spesso ci sono vincoli fisici, e la necessità di avere oggetti con molte funzioni rendono impossibile rispettare questa norma.

Anche per questo motivo è fondamentale rispettare anche gli altri principi di progettazione.

## FEEDBACK:

Un altro principio fondamentale nella progettazione di oggetti ergonomici è il feedback, cioè la possibilità di avere un immediato ed efficace controllo sull'esito dell'azione compiuta, questo consente un'immediata consapevolezza di un eventuale errore commesso e la possibilità di correggerlo immediatamente.

## AFFORDANCE:

L'affordance è una proprietà importante degli oggetti e si riferisce al modo in cui l'aspetto dell'oggetto ci dà forti indizi sul modo di usarlo.

Per esempio un oggetto che ha un'elevata affordance è la sedia, nel senso che una sedia l'unica cosa che invita a fare naturalmente è sedersi sopra.

Ovviamente per oggetti più complessi questa proprietà non è facile da ottenere, ma è compito del buon progettista cercare di avvicinarsi il più possibile.

## VISIBILITA':

Il concetto di visibilità è strettamente collegato all'affordance, e si riferisce al fatto che le varie parti funzionali dell'oggetto devono essere ben visibili e rendere

chiaro il modo in cui vanno utilizzate. Ad esempio, in una porta ci deve essere una maniglia e essa deve essere sistemata dalla parte opposta dello stipite per indicare da che lato bisogna aprire la porta

#### MODELLI MENTALI:

Per comprendere e interagire con il mondo utilizziamo i modelli mentali, che sono rappresentazioni cognitive sul funzionamento del mondo, fondate sull'esperienza e che ci permettono di crearci aspettative sulle azioni da compiere e sui risultati attesi da tali azioni.

Se l'oggetto che devo usare non corrisponde al modello mentale allora sarà difficile da usare e provocherà errori nell'utilizzo e frustrazione.

Il problema è che spesso il modello mentale dei progettisti non corrisponde al modello mentale degli utenti, quindi l'oggetto finito rischia di essere molto complesso proprio per gli utenti finali.

### 1.2 I GOLFI DELL'ESECUZIONE E DELLA VALUTAZIONE.

Norman ha inoltre sviluppato un modello di interazione uomo-macchina, in cui analizza le due fasi nelle quali si svolge il ciclo interattivo che guida e media l'interazione con le interfacce.

Le due fasi sono rispettivamente la fase di esecuzione e la fase di valutazione.

La pianificazione dell'azione parte naturalmente dalla formazione da parte della persona dello scopo da raggiungere.

La fase di esecuzione viene divisa da Norman in 3 stadi: specificare ciò che si deve fare in maniera più precisa (intenzioni); l'intenzione poi deve esser tradotta in una sequenza di azioni che progettiamo di eseguire; infine si esegue l'azione così programmata.

La fase di valutazione comprende a sua volta altri 3 stadi: percepire quello che è successo nel mondo esterno, poi interpretare quello che abbiamo percepito, e infine confrontare la nostra interpretazione del mondo con il risultato che avremmo voluto ottenere.

Quindi sia nella fase di esecuzione che nella fase di valutazione, la chiave per eseguire correttamente un'azione utilizzando un oggetto nel mondo, è la comprensione della relazione tra gli stati mentali e gli stati del mondo fisico; in altre parole, la differenza tra il modello mentale che gli utenti hanno dell'interfaccia del sistema e l'effettivo funzionamento dell'interfaccia stessa.

Norman definisce la distanza tra stati mentali e stati fisici con il termine golfi.

Questi golfi rappresentano la distanza per ogni singolo aspetto tra le rappresentazioni mentali del soggetto e gli stati fisici del mondo (in particolare della "porzione di mondo" con cui deve interagire).

#### Il golfo dell'esecuzione

Il golfo dell'esecuzione può venir definito come la differenza tra le intenzioni e le azioni che si possono effettuare sul sistema; una misura di questo golfo si ha considerando quanto il sistema permetta alla persona di eseguire le azioni volute direttamente, senza sforzi supplementari

#### Il golfo della valutazione

Il golfo della valutazione riflette la quantità di sforzo necessario per interpretare lo stato fisico del sistema e verificare quanto corrisponda alle aspettative dell'utente

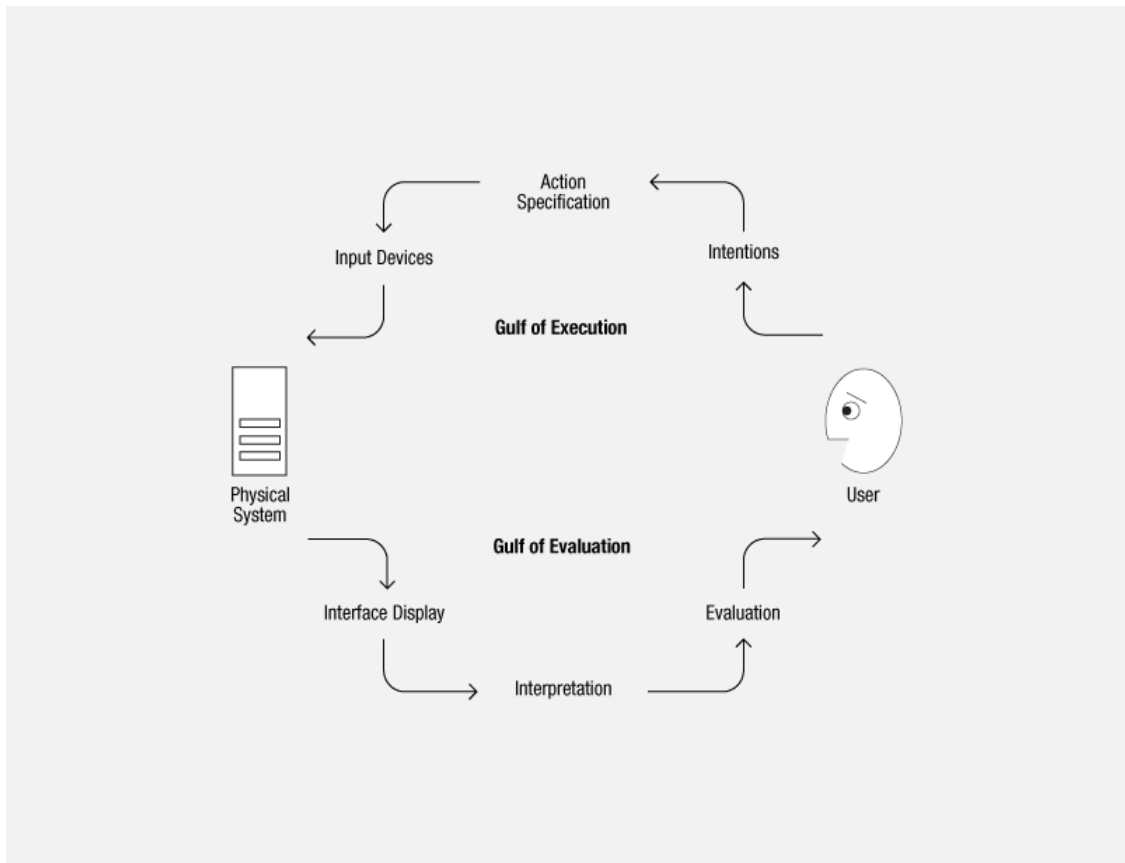


Fig.1.1: rappresentazione grafica dei golfi dell'esecuzione e della valutazione. Immagine tratta dalla rivista *Interactions magazine* (Hugh Dubberly, Usman Haque, and Paul Pangaro.)

Per alcune indicazioni chiare da seguire per risolvere i problemi di usabilità che emergono nelle varie fasi dei due golfi, Norman ha poi sviluppato 7 principi da seguire quando si progettano oggetti tecnologici:

1. Quando si progetta bisogna considerare ed utilizzare sia la conoscenza del mondo che la conoscenza mentale: se le conoscenze di cui abbiamo bisogno per svolgere un compito sono disponibili all'esterno, allora diventa più facile comprendere come svolgere un determinato compito. Al tempo stesso, però, se viene reso possibile interiorizzare un compito permettendo la creazione di un buon modello mentale, con l'esperienza lo stesso compito può essere interiorizzato ed essere svolto con un certo grado di automaticità.
2. Semplificare la struttura dei compiti: come vedremo nel dettaglio nei capitoli successivi, se i compiti da effettuare sono molto complessi, e

possono esserlo per varie ragioni, ovviamente la quantità di risorse cognitive necessarie per svolgerli può essere troppo alta. Ci sono quindi molti modi per rendere un compito semplice: per esempio fornire informazioni, fornire feedback, e comunque sfruttare le conoscenze che gli studi sulla cognizione umana ci forniscono.

3. Rendere le cose visibili: l'interfaccia dovrebbe sempre mostrare quello che il sistema può fare e come può farlo
4. Chiarire le corrispondenze tra controlli ed azioni: dovrebbe essere immediatamente chiaro e comprensibile all'utente quale controllo di un'interfaccia serve per effettuare una determinata azione, e stabilire in quale modo e in quale misura tale azione viene regolata dal comando stesso: la forma dei controlli dovrebbe riflettere il loro effetto.
5. Sfruttare i vincoli: i vincoli sono elementi del mondo che consentono di eseguire solo l'azione corretta nel modo corretto, impedendo di commettere errori. Questi vincoli possono essere naturali o artificiali
6. Progettare gli errori, nel senso di prevederli, anticiparli e di conseguenza prevedere un modo efficace per permettere di rimediare facilmente all'errore commesso.
7. Quando possibile, creare ed utilizzare degli standard: un modo efficace per rendere le interfacce usabili se non è possibile farlo in modo naturale o utilizzando le altre strategie è creare degli standard in modo da rendere facilmente intuibili tutti i comandi da utilizzare.

### 1.3 PRINCIPI DI DESIGN UNIVERSALE

Partendo da queste considerazioni, Story, Mueller e Mace (1998) hanno sviluppato una serie di regole che dovrebbero guidare il design, definendo 7 principi definiti principi di design universale, che dovrebbero guidare il design di ogni tipo di sistema.

1. Equità d'uso: si riferisce alla necessità di progettare in modo da permettere l'accesso e l'utilizzo del sistema a tutti i potenziali utenti.



2. Flessibilità d'uso: bisogna cercare di adattare il sistema alle abitudini e ai ritmi degli utenti
3. Uso semplice ed intuitivo: indipendentemente dalle conoscenze, esperienze e livello di attenzione dell'utente, il sistema deve adattarsi alle capacità e caratteristiche cognitive della mente degli utenti.
4. Informazioni facilmente percepibili: ci deve essere una comunicazione efficace delle informazioni; questo significa che i comandi e le informazioni importanti di un'interfaccia devono essere immediatamente percepite dagli utenti, anche utilizzando diverse modalità sensoriali per veicolare la stessa informazione.
5. Tolleranza agli errori: bisogna progettare minimizzando l'impatto di eventuali azioni sbagliate.
6. Sforzo fisico minimo: i sistemi dovrebbero essere comodi e ridurre al minimo lo sforzo richiesto per attivarli
7. Dimensione e spazio adatti per l'uso e l'approccio.

#### 1.4 USER CENTERED DESIGN

Con il passare degli anni e lo sviluppo delle nuove tecnologie, è diventato chiaro che uno dei modi migliori per progettare interfacce di interazione usabili, è necessario coinvolgere gli utenti stessi nelle fasi sia di progettazione che di valutazione.

E' fondamentale capire e definire bene chi siano gli utenti, e in che modo possono essere coinvolti nel processo di progettazione e realizzazione di artefatti facili da usare.

Gli utenti finali degli oggetti, oltre che essere gli utilizzatori finali del prodotto, hanno anche delle aspettative e delle necessità, che, secondo la logica che sta alla base dello user centered design, bisogna prendere in considerazione quando si produce e crea un oggetto da usare.

Eason (1987) identifica e definisce tre tipi di utenti: primari, secondari e terziari. Gli utenti primari sono gli utilizzatori abituali dell'oggetto, quelli secondari lo utilizzano saltuariamente, mentre gli utenti terziari non necessariamente lo usano,

ma comunque sono in qualche modo influenzate dall'utilizzo dell'oggetto, o comunque ne decidono l'acquisto.

Bisogna tener conto di questi utenti quando si progetta il design di un artefatto.

Lo User centered design è un approccio che si pone proprio questo come obiettivo: progettare e costruire siti o applicazioni tenendo conto del punto di vista e delle esigenze dell'utente.

L'utente può essere coinvolto quindi nelle fasi di progettazione, e questo può essere fatto nei diversi livelli di sviluppo e utilizzando diversi metodi:

- Utilizzare questionari e effettuare interviste allo scopo di raccogliere dati riguardo le necessità e le aspettative delle persone, cercando di ipotizzare diverse alternative di design dell'artefatto oggetto di sviluppo. Questo va ovviamente fatto nelle prime fasi del processo di design.
- Focus group durante i quali un elevato numero di potenziali utenti discute su argomenti legati al prodotto; anche questo modo di ottenere informazioni, se utilizzato sin dalle prime fasi di design, permette di ottenere buone informazioni.
- Osservazioni ecologiche nell'ambiente nel quale andrà inserito l'oggetto.
- Nelle fasi più avanzate, effettuare test di usabilità, raccogliendo dati oggettivi sulla prestazione degli utenti mentre utilizzano uno o più prototipi dell'artefatto;
- Questionari e interviste riguardanti la soddisfazione degli utenti mentre utilizzano l'artefatto, effettuati solitamente alla fine del test di usabilità.

Vale la pena soffermarsi e approfondire il concetto di test di usabilità.

Secondo Dumas e Redish (1993) i test di usabilità si pongono come obiettivo:

- Aumentare l'usabilità del prodotto
- Coinvolgere gli utenti finali nella fase di testing
- Far compiere agli utenti dei compiti reali ed ecologici
- Osservare e registrare le azioni dei partecipanti
- Analizzare i dati così ottenuti e utilizzare i risultati per effettuare eventuali cambiamenti al prodotto.

I test di usabilità quindi si focalizzano sugli utenti finali, utilizzando misure empiriche. Viene considerato un processo di design iterativo (Nielsen, 1993), in quanto il test fa ripetuto ciclicamente finché non viene trovato un prototipo che risolve tutte le problematiche riscontrate dagli utenti durante i test precedenti.

Le tecniche che sono solitamente utilizzate per raccogliere dati ed informazioni durante i test di usabilità sono :

- *Think aloud* : agli utenti viene chiesto, mentre svolgono il compito richiesto, di argomentare e motivare oralmente tutti i passaggi effettuati (Lewis 1982);
- *Videotaping*: quando possibile, è utile registrare i soggetti durante lo svolgimento del test, per poter reperire informazioni utili (Shneiderman, 1998);
- *Interviste e questionari sulla soddisfazione dell'utente*: in questo modo si può valutare con una misura esplicita in grado di valutare la soddisfazione o insoddisfazione dell'utente mentre utilizza l'oggetto che si sta valutando (Shneidermann, 1998);
- *Misure oggettive di prestazione*: solitamente il test di usabilità prevede lo svolgimento, in laboratorio o sul campo, di compiti standardizzati riguardanti l'utilizzo dell'artefatto oggetto di test, e quindi di solito è possibile raccogliere diverse misure oggettive di prestazione, che possono far comprendere il livello di usabilità del prodotto. Solitamente le misure che possono essere raccolte sono il tempo necessario ad imparare un compito, la velocità di esecuzione dei compiti, l'analisi sul numero e il tipo di errori, la misura del ricordo dei vari comandi utilizzabili nel tempo.

# ATTENZIONE E GUIDA

Gli esseri umani sono caratterizzati da una capacità di elaborazione di informazioni e alternativa limitata, sono in grado di elaborare solo una quantità limitata di tutti gli stimoli sensoriali presenti nell'ambiente allo stesso tempo (Driver, 2001).

La non perfetta capacità di elaborare multiple informazioni sensoriali contemporaneamente ha delle conseguenze pratiche nella vita di tutti i giorni, quindi anche quando guidiamo veicoli.

In particolare la limitata capacità di attenzione spaziale pone dei limiti e dei vincoli nella progettazione e nell'utilizzo delle interfacce dei sistemi a bordo veicolo.

Bisogna infatti considerare che guidare è un'attività molto complessa, che richiede un continuo monitoraggio di informazioni provenienti dagli stimoli sensoriali e integrarle con input cognitivi.

Le capacità del guidatore di dividere l'attenzione su più focus contemporaneamente, è limitata da un numero di risorse cognitive non sempre in grado di gestire tutte le stimolazioni percettive rilevanti che forniscono tutte le informazioni necessarie alla guida (Ho C, Spence C, 2008).

Questo ha un impatto ovviamente anche sul numero di incidenti, come già accennato nell'introduzione.

Un esempio molto studiato è il fatto che se chi guida è impegnato in una conversazione con il passeggero o utilizzando un telefono cellulare, può non essere in grado di rendersi conto della frenata del veicolo che precede, causando un tamponamento. (Strayer, Drews, 2004; Sagberg, 2001).

Il numero sempre maggiore dei sistemi ADAS e soprattutto IVIS presenti nei veicoli, ha come conseguenza il fatto che spesso il guidatore è sommerso da moltissime informazioni che attraggono la sua attenzione; la conseguenza è che spesso non siamo in grado di gestirle al meglio, visto che superano la quantità di informazione che siamo in grado di elaborare cognitivamente. Tra l'altro la maggior parte di queste informazioni, più o meno il 90% (Sivak, 1996), è data sotto forma di stimolazione visiva, e questo, come vedremo, è un limite che il design delle strumentazioni deve superare, sia utilizzando modalità sensoriali diverse, sia organizzando le informazioni visive in modo da renderle il più facilmente reperibili e richiedendo meno risorse attentive possibili (Spence, Ho, 2008).

Un ulteriore contributo alla sicurezza alla guida, è lo sviluppo di sistemi automatici di ausilio alla guida, come alcuni sistemi già in commercio di evitamento automatico delle collisioni, o il cruise control adattativo (Lee et al, 2006); ma anche questi necessitano di un'interfaccia di controllo, consentire l'attivazione o la disattivazione con qualche pulsante, quindi ancora una volta è necessario che il design di questi strumenti e delle loro interfacce utente siano il più usabili possibile. Sono state quindi effettuate molte ricerche con lo scopo di individuare i modi migliori di inserire controlli remoti e segnali di avvertimento (warning). Sono stati fatti studi non solo sulla modalità visiva, ma anche utilizzando altri input sensoriali, soprattutto uditivo ma anche tattile. E sono state fatti molti esperimenti anche utilizzando contemporaneamente più modalità sensoriali.

## TEORIA DI WICKENS

Le tradizionali teorie consideravano le varie modalità sensoriali come indipendenti tra loro.

Una teoria molto influente che cercava di spiegare come le risorse attentive funzionassero e si integrassero tra loro e come utilizzare questa conoscenza nel

design di interfacce ergonomiche è la “Multiple Resource Theory”, sviluppata da Wickens già nel 1980, e poi ripresa e perfezionata nel 2002.

Secondo Wickens ci sono diversi pools indipendenti di risorse attentive per l’elaborazione rispettivamente di input sensoriali visivi e input sensoriali uditivi.

Secondo questa teoria, quando le persone sono impegnate in più compiti contemporaneamente, e questi compiti consumano contemporaneamente risorse visive e uditive, rispettivamente (ad esempio parlare al telefono e contemporaneamente guidare l’automobile), non dovrebbero esserci costi aggiuntivi dovuti allo svolgimento dei due compiti contemporaneamente, perché essi utilizzerebbero risorse attentive indipendenti.

Più nel dettaglio, la teoria prevede 3 livelli di elaborazione per ogni modalità sensoriale (codifica, elaborazione centrale, risposta), e se in nessuno di questi livelli vi è sovrapposizione tra le risorse indipendenti, allora lo svolgimento di compiti coinvolgenti risorse attentive sensoriali specifiche diverse, le prestazioni nei due compiti non dovrebbero essere influenzate dallo svolgimento contemporaneo.

Ma negli ultimi anni sono state effettuate numerose ricerche che dimostrano invece come le persone sono spesso in grado di integrare diverse fonti di stimolazioni sensoriali per generare una rappresentazione multisensoriale coerente dell’ambiente.

Inoltre questa integrazione multisensoriale avviene in maniera automatica nella maggior parte dei casi.

Quindi, al contrario di quanto sostiene Wickens, sembra chiaro che ci sia un forte collegamento crossmodale per quanto riguarda l’attenzione spaziale tra le diverse modalità sensoriali.

Recenti ricerche dimostrano inoltre che l’efficienza dell’elaborazione di informazioni multisensoriali vien aumentata significativamente se gli stimoli in diverse modalità sensoriali vengono presentati più o meno nella stessa zona spaziale e nello stesso intorno temporale. (Spence, Squire, 2003)

E, d’altra parte, è più difficile rilevare un’informazione rilevante in una modalità sensoriale, se contemporaneamente e/o nella stessa zona spaziale viene presentato uno stimolo irrilevante in un’altra modalità sensoriale.

## 2.1 DISTRAZIONE E GUIDA

Come abbiamo visto, la guida è un'attività che coinvolge numerose risorse cognitive, ci obbliga a utilizzare un gran numero di risorse.

La maggior parte delle ricerche sulla distrazione alla guida si è concentrata sullo studio degli effetti del parlare al telefono cellulare durante la guida, anche considerando le tecnologie che permettono di utilizzare il telefono senza doverlo tenere in mano, focalizzando quindi il problema sulle risorse cognitive utilizzate, e non sull'eventuale problema di organizzazione motoria necessaria per guidare con una mano occupata. A tal riguardo è stato osservato che utilizzare il telefono durante la guida senza dover utilizzare le mani non è meno pericoloso (Horrey e Wickens 2006). In entrambi i casi, parlare al telefono rende la guida meno sicura (McCartt et al, 2006).

Una delle prime ricerche effettuate sul ruolo dell'attenzione selettiva per quanto riguarda gli incidenti stradali, collegata agli effetti dell'uso del telefono alla guida, è stata svolta da Kahneman et al. già nel 1973.

Kahneman ha analizzato alcuni guidatori di autobus che avevano avuto un certo numero di incidenti confrontandoli con autisti che invece non erano mai rimasti coinvolti in incidenti stradali.

Nel loro esperimento, i soggetti dovevano ascoltare due parole diverse pronunciate contemporaneamente una in un orecchio e una nell'altro, e dovevano di volta in volta prestare attenzione e riferire soltanto una di queste due parole, ed ignorare l'altra. Prima della presentazione della parola, veniva presentato uno stimolo sonoro che indicava loro a quale orecchio dovevano prestare attenzione.

I risultati hanno mostrato come gli autisti coinvolti in incidenti commettevano significativamente più errori degli altri in questo tipo di compito, indicando quindi una relazione tra la capacità di ignorare selettivamente una fonte di informazioni rispetto ad un'altra e la probabilità di essere coinvolti in incidenti stradali.

Un altro esperimento che tra i primi ha cercato di indagare questo fenomeno relativamente alla guida, e che mostra molto chiaramente gli effetti che avere una conversazione mentre si è in macchina ha sulla prestazione di guida, è stato effettuato da Brown già negli anni '60.

In questo esperimento i partecipanti avevano il compito di guidare una macchina, e di valutare l'ampiezza di 20 diverse aperture, giudicando se fossero sufficientemente ampie per far passare l'auto attraverso.

Contemporaneamente, in alcuni casi, avevano il compito di valutare il senso di alcune brevi frasi che venivano loro comunicata attraverso un sistema radio (molto simile quindi alla situazione di cui stiamo parlando, cioè guidare parlando al telefono). I risultati mostravano chiaramente che il compito secondario causava un netto decremento nella prestazione del compito primario, le ampiezze delle aperture venivano stimate in modo sbagliato. In questo caso, comunque, non veniva compromessa invece la capacità di guidare effettivamente attraverso le aperture stesse, anche se la velocità con cui attraversavano era significativamente ridotta.

Anche ricerche più recenti confermano questi dati. Ad esempio Strayer e Drews nel 2007 hanno condotto una serie di ricerche utilizzando un simulatore di guida, allo scopo di valutare gli effetti della conversazione telefonica sulla guida.

I partecipanti a questo esperimento avevano il compito di guidare su un percorso simulato utilizzando il simulatore di guida. In alcuni casi durante la guida veniva previsto un compito secondario che consisteva in una chiacchierata telefonica.

Alla fine del percorso ai partecipanti veniva somministrato un test di riconoscimento di elementi che potevano essere presenti nell'ambiente simulato. Questi elementi potevano essere rilevanti o non rilevanti per il compito di guida. In entrambi i casi, parlare al telefono causava un decremento nella prestazione di riconoscimento.

Un altro esperimento simile, condotto attraverso una situazione reale di guida (Patten, Kircher, 2003), ha confrontato l'effetto dell'uso del telefono al volante mentre si è impegnati in due compiti, uno di guida e uno di detezione di stimoli visivi non collegati alla guida posti nel campo visivo periferico. Al tempo stesso il soggetto era impegnato in una conversazione telefonica, che poteva essere cognitivamente impegnativa o semplice; inoltre il telefono poteva essere utilizzato con la mano oppure avendo entrambe le mani libere.

I risultati hanno mostrato che, come abbiamo detto prima, avere la mano libera non ha nessun effetto positivo sulla prestazione di guida.

Il livello di "difficoltà" della telefonata invece aveva un effetto negativo sulla prestazione di guida.



Una ricerca svolta nel 2003 dal ministero dei trasporti canadese ha trovato risultati simili. Anche in questo caso i partecipanti guidavano mentre dovevano risolvere alcuni compiti cognitivi (addizioni semplici o complesse). Il risultato delle addizioni doveva essere comunicato tramite telefono. Anche in questo caso è stato visto che il comportamento dei soggetti peggiorava durante l'utilizzo del telefono, soprattutto nella condizione in cui la difficoltà dell'addizione era maggiore.

Quindi l'utilizzo del telefono e la difficoltà del compito secondario causano distrazione e calo delle risorse cognitive utilizzabili per la guida.

Ovviamente non è solo il telefono a causare decrementi nella prestazione di guida. Abbiamo visto che molti degli studi effettuati per valutare l'effetto delle conversazioni telefoniche alla guida utilizzava un paradigma dual task, quindi accanto alla prestazione di guida veniva richiesto ai soggetti lo svolgimento di un altro compito. Ma anche il compito secondario di per sé può avere un effetto sulla prestazione di guida.

Un esperimento di Lansdown (2004), per esempio, ha dimostrato che, facendo guidare delle persone utilizzando un simulatore di guida, e facendole interagire contemporaneamente con un'interfaccia di interazione composta da alcuni pulsanti, la prestazione di guida peggiorava rispetto alla sola guida senza compiti secondari, la velocità di percorrenza diminuiva significativamente e il carico cognitivo percepito dai soggetti aumentava.

Un altro problema da tenere in considerazione quando si parla di attenzione alla guida, è il fatto che la necessità di svolgere più di un'azione contemporaneamente porta a dover distribuire l'attenzione in più posizioni spaziali allo stesso tempo.

Ci sono numerose evidenze sperimentali che indicano che è più complesso per le persone lo svolgimento di un compito visivo e uno uditivo se per svolgerli è necessario dirigere l'attenzione visiva in una posizione spaziale, e l'attenzione uditiva in un'altra.

Ad esempio Spence e Driver (2007) hanno effettuato un esperimento su un simulatore di guida in cui i partecipanti oltre al compito di guida dovevano svolgere un compito che richiedeva di prestare attenzione ad alcuni stimoli uditivi, che potevano provenire da una fonte posta frontalmente rispetto al soggetto (quindi nella stessa posizione spaziale dello schermo del simulatore) oppure lateralmente. I risultati hanno mostrato un vantaggio significativo nella prestazione nel primo caso.

## 2.2 CHANGE BLINDNESS E GUIDA

Negli ultimi anni ci sono state molte ricerche che hanno utilizzato il paradigma della change blindness (cecità al cambiamento) e lo hanno applicato allo studio della percezione dei guidatori di veicoli.

Per meglio comprendere il concetto di cecità al cambiamento, si può citare come esempio la ricerca di Grimes, che nel 1996 osservò e studiò questo fenomeno. Nel suo esperimento, il compito dei soggetti era di prestare attenzione ad alcune fotografie raffiguranti scene naturali; venivano istruiti a prestare attenzione alla scena per un futuro test di memoria riguardante quella scena.

Mentre i soggetti analizzavano i dettagli della scena, durante una saccade, un elemento della foto veniva modificato. Il risultato, apparentemente sorprendente, era che quasi nessuno degli osservatori era in grado di notare il cambiamento.

Lo stesso cambiamento era completamente e chiaramente visibile se avveniva durante il periodo di fissazione invece che durante la saccade.

Lo stesso effetto, in molti esperimenti di laboratorio, è stato ottenuto utilizzando diversi modi per simulare la discontinuità percettiva data dalla saccade: per esempio la cecità al cambiamento viene indotta se tra l'immagine originale e l'immagine cambiata viene inserita per pochi millisecondi uno screen bianco - paradigma Flicker – (Rensik et al, 2007), oppure quando tra un'immagine e quella modificata viene inserito un “mudsplash” (letteralmente “schizzi di fango”), cioè una serie di macchie casuali sull'immagine (O'Reagan et al, 1999).

Effetti di change blindness vengono trovati anche quando si usa un paradigma di detezione intenzionale del cambiamento, cioè nelle circostanze appena descritte, anche se le persone sono consapevoli che avverrà un cambiamento, e sono concentrati sull'individuazione di tale cambiamento, il fenomeno si verifica comunque (Simons, 1996).

Sono state avanzate diverse spiegazioni di questo fenomeno, un breve elenco si può trovare nell'articolo di Simons del 2000. Ciascuna di queste ipotesi presenta dei

punti di forza e dei punti deboli, e non c'è ancora accordo su quale sia l'ipotesi corretta:

1. Sovrascrittura: si suppone semplicemente che l'immagine iniziale venga sovrascritta dalla seconda immagine, rendendo quindi impossibile percepire il cambiamento: nel momento in cui l'immagine cambia, secondo questa ipotesi, rimane solo la rappresentazione astratta, concettuale della prima immagine, ma non il resto, che viene semplicemente sostituito dalla nuova immagine;
2. Prima impressione: secondo questa ipotesi, invece, le persone codificano accuratamente soltanto la prima immagine, e quindi falliscono a codificare il cambiamento. Questo, anche se può sembrare controintuitivo, può essere logicamente spiegato con il fatto che una volta che noi abbiamo capito il "significato" di una scena, non abbiamo bisogno di ricontrollare tutta la scena finché il significato rimane uguale e coerente;
3. L'informazione visiva non viene immagazzinata: secondo questa teoria noi immagazziniamo soltanto le informazioni astratte e concettuali, mentre le informazioni visive non vengono conservate in memoria. Quindi noi non vediamo il cambiamento solo perché perdiamo l'informazione di movimento dell'immagine, se avviene contemporaneamente alla saccade, al flicker o al mud splash.
4. Viene immagazzinato tutto, ma non viene fatta alcuna comparazione: le persone potrebbero creare e immagazzinare entrambe le rappresentazioni visive delle due immagini, ma non viene effettuato alcun confronto tra esse, se il significato complessivo della scena non suggerisce che c'è stato un qualche cambiamento
5. Combinazione di caratteristiche di entrambe le scene: è stato ipotizzato che le persone che osservano le scene possano combinare le due diverse immagini creando una terza immagine, che mantiene alcune delle caratteristiche della prima e alcune della seconda, in maniera da mantenere un significato coerente, formando però una terza rappresentazione, in qualche modo diversa da entrambe le scene reali.

Nessuna di queste ipotesi sembra però da sola sufficiente a spiegare tutti i fenomeni di change blindness osservati. L'unica cosa che appare chiara è che la change blindness è un effetto mediato dall'attenzione visiva, ed è possibile che la spiegazione sia data da una combinazione di alcune di queste ipotesi.

Il fatto che l'attenzione giochi un ruolo importante è data dalle evidenze del fatto che se a cambiare sono oggetti della scena che per posizione e per salienza tendono ad attirare l'attenzione visiva, le prestazioni nei compiti di detezione del cambiamento sono migliori rispetto ad oggetti meno salienti, anche se delle stesse dimensioni.

Questo induce a concludere che gli oggetti su cui è più probabile che cada l'attenzione durante l'esplorazione di una scena, vengono codificati in maniera più profonda e anche comparati nel confronto tra due scene diverse.

Lo studio degli effetti di change blindness è stato negli ultimi anni utilizzato anche in condizioni collegate all'utilizzo dell'automobile e allo studio delle circostanze che in qualche modo possono provocare un decremento delle prestazioni di guida causando problemi di sicurezza.

Ad esempio Galpin (2009) ha effettuato una ricerca, utilizzando il paradigma Flicker, che studiava effetti di change blindness utilizzando immagini di traffico su strade rurali ed urbane.

Galpin e colleghi hanno indagato l'effetto confrontando un gruppo composto da guidatori esperti ed un gruppo composto da persone senza patente. I soggetti dovevano osservare una complessa scena inerente al traffico, e dopo un flash la scena poteva cambiare per un particolare. Veniva manipolato anche il valore semantico di tale particolare e anche la posizione (centrale o periferica rispetto al punto di fissazione).

I partecipanti vedevano ciclicamente le due figure separate da un flash, finché non individuavano il cambiamento, a quel punto dovevano indicare in quale zona della figura (divisa in quadranti) si era verificato il cambiamento.

I risultati non hanno mostrato differenze tra i due gruppi (esperti e non esperti), mentre la posizione e l'importanza semantica del cambiamento avevano un effetto. In particolare particolari semanticamente rilevanti erano individuati più rapidamente di quelli semanticamente irrilevanti.

Uno studio del 2002 di Velichovsky et al ha indagato il fenomeno di change blindness in una situazione dinamica di guida.

Nel suo esperimento, i soggetti vedevano un video raffigurante una naturale situazione di traffico mentre venivano registrati i movimenti oculari. Nel video potevano avvenire dei cambiamenti durante saccadi, ammiccamenti oppure, nella situazione di controllo, durante le fissazioni (nei primi due casi, quindi, si verificava una situazione di discontinuità percettiva, mentre durante la fissazione si avevano a disposizione tutte le informazioni, mancando le condizioni affinché si verificasse la change blindness).

I risultati di questo esperimento mostrano ancora una volta che i tempi di reazione alla detezione del cambiamento, così come le proporzioni di miss erano superiori durante i vari tipi di occlusione rispetto alla condizione di controllo.

La cosa preoccupante, che comunque viene trovata in tutte le ricerche sull'argomento, è che non vengono percepiti neanche i cambiamenti della scena importanti e salienti.

Nel 2005 in un esperimento di Caird et al., è stato applicato il paradigma Flicker per indurre la change blindness utilizzando fotografie raffiguranti incroci stradali. La modifica introdotta in questa ricerca è stata di imporre dei limiti di tempo per rispondere al compito di detezione del cambiamento, anche per simulare il fatto che chi guida un'auto deve prendere decisioni rapidamente. I partecipanti vedevano per un breve periodo di tempo le immagini separate dal flash dell'incrocio (prima veniva indicato con una freccia la direzione in cui avrebbero voluto svoltare); il loro compito era decidere se la manovra che dovevano compiere fosse o no sicura.

I risultati hanno mostrato che imporre limiti di tempo per la risposta provoca un decremento nella prestazione soprattutto nei soggetti più anziani.

Un esperimento molto interessante è quello svolto da Mccarley e Veis (2004), i quali hanno utilizzato il paradigma di change blindness con immagini stradali, utilizzando anche un compito secondario, che consisteva nel parlare al telefono durante la guida. Non sorprendentemente, parlare al telefono mentre si svolge il compito primario, aumenta il numero di errori nella detezione del cambiamento, così come un aumento dei tempi di risposta.

Risultati simili sono stati trovati anche da Richard et al (2002), che utilizzando un paradigma simile hanno trovato che un compito secondario uditivo decrementa la prestazione nella detezione del cambiamento, sia se a cambiare sono elementi salienti per quanto riguarda il compito primario di guida che per

cambiamenti non salienti. Va comunque fatto notare che le prestazioni sono peggiori per stimoli poco salienti.

Quindi, come abbiamo visto, la change blindness è un effetto legato all'attenzione, che è stato studiato anche in relazione al contesto automobilistico; è stato verificato che la cecità al cambiamento crea problemi nella prestazione di guida, visto che è un effetto sensibile anche ad oggetti rilevanti della scena e importanti per il compito che si sta eseguendo.

In più, questo effetto viene aumentato se contemporaneamente vengono svolti compiti secondari uditivi, in particolare la conversazione al telefono, dato che evidentemente viene ridotta la quantità di risorse attentive disponibili e aumentato il carico cognitivo complessivo.

### 2.3 RUOLO DEI CUE UDITIVI

Abbiamo visto come guidare sia un'attività molto complessa, che obbliga le persone a investire molte risorse cognitive ed attentive, e che lo svolgimento di più attività contemporaneamente, anche se coinvolgenti diverse modalità sensoriali, provoca un decremento significativo nelle prestazioni di tutti i compiti; questo ha un impatto ovviamente negativo sulla sicurezza alla guida.

Ma abbiamo a disposizione anche dei modi per ridurre le risorse necessarie nei singoli compiti, sfruttando le possibilità di integrare all'interno delle stesse interfacce più modalità sensoriali. Vedremo ora in dettaglio alcuni esempi al riguardo.

Per esempio, Yung-Ching Liu nel 2001 ha svolto una ricerca in cui veniva testato su un simulatore di guida l'utilizzo di un'interfaccia (un computer di bordo), le cui informazioni potevano essere presentate o solo visivamente, o solo verbalmente, o multisensorialmente (contemporaneamente sia la modalità visiva che la modalità verbale).

I risultati hanno mostrato che la modalità multisensoriale di presentazione provocava un decremento minore nella prestazione di guida sul simulatore.

In questo modo sono stati testati sia guidatori giovani che guidatori più anziani (età media 68 anni); per entrambi i gruppi l'interfaccia multisensoriale rendeva la prestazione di guida migliore e lo stress percepito minore.

Abbiamo svolto nel 2008 una ricerca simile, presso il CRF, dove i nostri soggetti interagivano, guidando su un percorso simulato urbano caratterizzato da forte traffico, con un sistema interattivo di regolazione della velocità; l'interazione poteva avvenire o solo visivamente, con le informazioni visualizzate su un display, oppure verbalmente, oppure con entrambe le modalità contemporaneamente.

Anche in questo caso i risultati indicano una chiara preferenza per l'interfaccia multisensoriale, sia dal punto di vista dello stress percepito, sia dal punto di vista della prestazione di guida.

## 2.4 RUOLO DEI CUE SPAZIALI

Le prime ricerche sull'utilizzo di segnali uditivi localizzati spazialmente nella zona di interesse sono state effettuate sulle cabine guida degli aerei.

Ad esempio Begault (1993) ha effettuato una ricerca in tal senso utilizzando come soggetti dei piloti, i quali dovevano effettuare un compito di visual search. Beagult ha osservato che se viene presentato un cue verbale nella stessa zona spaziale dello stimolo visivo target, la ricerca e l'esplorazione visiva risulta più efficace.

In questo esperimento però non è chiaro se il vantaggio dell'indizio verbale sia dovuto a fattori esogeni, spostando cioè l'attenzione spaziale grazie alla posizione spaziale dello stimolo, oppure al contenuto semantico e informativo dello stimolo verbale.

Una ricerca estensiva che ha indagato l'uso di stimoli uditivi che forniscono indizi spaziali è stata svolta da Ho e Spence nel 2005.

Nella loro serie di esperimenti hanno valutato l'effetto di cue uditivi e verbali, in termini di facilitazione rispetto a manovre di emergenza durante la guida.

Nel primo esperimento, effettuato su un simulatore di guida, i partecipanti dovevano guidare nel percorso simulato, e contemporaneamente effettuare un compito secondario che consisteva nell'identificazione di numeri presentati su un monitor assieme a delle lettere (che erano gli stimoli distrattori irrilevanti). Durante la guida, potevano verificarsi eventi critici, che consistevano nel rallentamento improvviso dell'auto che precedeva, a cui era necessario rispondere diminuendo la velocità (agendo sul pedale del freno), oppure all'accelerazione improvvisa dell'auto che seguiva, a cui bisognava rispondere aumentando la velocità per evitare

di venir tamponati. L'inizio dell'evento critico era immediatamente preceduto da un cue uditivo che non forniva indicazioni spaziali, e consisteva nel suono del clacson, suono che proveniva da una posizione intermedia.

I risultati di questo esperimento mostrano che la prestazione migliore in termini di tempi di reazione si ha quando l'evento critico avviene frontalmente, ma non c'è differenza tra il numero di errori commessi. Questo risultato comunque è spiegabile con il fatto che nella guida si presta più attenzione a ciò che avviene di fronte rispetto a quello che avviene dietro, visibile soltanto utilizzando lo specchietto retrovisore.

Ho e Spence hanno utilizzato i risultati di questo primo esperimento come baseline per i successivi esperimenti, che volevano indagare a fondo l'effetto della posizione del cue uditivo.

Il secondo esperimento era simile al primo, con la differenza che veniva presentato un cue uditivo non predittivo ma localizzato spazialmente; il cue indicava cioè solo nel 50% dei casi la direzione (da un altoparlante posto di fronte o da un altoparlante posto posteriormente) dell'evento critico a cui bisognava rispondere.

L'ipotesi, confermata dai risultati, era che anche se il cue non era predittivo, nei casi in cui era spazialmente coerente con l'evento critico si sarebbe dovuto verificare un vantaggio significativo nei tempi di risposta.

Questo vantaggio significativo si verificava solo nella situazione in cui l'evento critico avveniva posteriormente rispetto alla guida, mentre il vantaggio nel caso dell'evento frontale era marginale.

Ancora una volta, questa differenza è spiegabile con il fatto che l'attenzione visiva durante la guida è fortemente polarizzata su quello che avviene davanti, mentre viene naturalmente data meno importanza agli eventi che avvengono dietro di sé.

Il terzo esperimento utilizzava invece uno stimolo uditivo predittivo nell'80% dei casi della locazione spaziale dell'evento critico (frontalmente o posteriormente).

In questo caso l'effetto facilitatorio del cue uditivo spazialmente coerente è ancora maggiore rispetto all'esperimento precedente.

Nell'esperimento successivo Ho e Spence hanno voluto indagare l'effetto semantico degli stimoli uditivi, hanno utilizzato lo stesso metodo del terzo



esperimento. Ma in questo caso il suono del clacson è sostituito da uno stimolo verbale: la parola “front” come cue per gli eventi frontali e la parola “back” come cue per gli eventi che avvenivano posteriormente. Le parole venivano pronunciate da una posizione neutra rispetto agli eventi, quindi il cue era semantico e non localizzato spazialmente. Anche in questo caso il cue era predittivo della posizione dell’evento, cioè alla parola “front” seguiva nell’80% dei casi l’evento frontale, e lo stesso accadeva con la parola “back”.

Dai risultati ottenuti, sembra che le persone siano in grado di comprendere rapidamente il significato dell’indicazione verbale, e sono più rapidi a rispondere rispetto alla condizione con il cue uditivo ma non verbale. Allo stesso tempo sembrano però essere meno accurati.

Nell’ultimo esperimento venivano fornite sia l’informazione semantica che l’informazione spaziale; l’esperimento era cioè del tutto simile al quarto esperimento, ma la parola “front” veniva ascoltata attraverso un altoparlante posto di fronte al soggetto, mentre la parola “back” veniva pronunciata dall’altoparlante posto dietro al soggetto.

L’utilizzo di entrambe le modalità contemporaneamente migliora in maniera significativa la prestazione dei soggetti rispetto a tutte le condizioni precedenti.

Questa serie di esperimenti mostra chiaramente l’utilità di avere a bordo veicolo dei warning sonori, e come l’attenzione visiva spaziale possa venir mediata e aumentata dal posizionamento di questi warning. Mostra inoltre come anche la componente semantica, se si utilizzano segnali sonori verbali, ha un effetto positivo sulla rapidità di risposta ad eventi critici.

## 2.5 CONCLUSIONE

In conclusione abbiamo visto come si possano applicare alla progettazione di interfacce all’interno delle automobili, alcuni principi teorici che riguardano l’utilizzo di più stimoli sensoriali contemporaneamente per migliorare le prestazioni e diminuire il carico cognitivo, e abbiamo anche verificato l’esistenza di un collegamento per quanto riguarda l’attenzione spaziale nelle diverse modalità sensoriali.

In particolare, abbiamo visto che utilizzare interfacce che forniscono informazioni utilizzando sia il canale visivo che il canale uditivo migliorano

abbassano il livello complessivo di attenzione e risorse cognitive da dedicare dai compiti contemporanei alla guida, permettendo al guidatore di concentrare il maggior numero di risorse possibili al compito di guida, diminuendo di conseguenza i rischi che si possono correre a causa della distrazione e dell' superamento della soglia di carico cognitivo.

In più, abbiamo anche verificato, grazie al lavoro di Ho e Spence, che segnali uditivi localizzati nella stessa zona di rilevanti target visivi aumentano la rapidità di risposta, permettendo una migliore esecuzione del compito riducendo gli errori e diminuendo i tempi di reazione agli eventi visivi.

Anche queste conoscenze possono e devono venir sfruttate quando si progettano le automobili e le interfacce dei vari sistemi a bordo veicolo.

Abbiamo anche visto però come attività concorrenti alla guida, anche se impegnano diverse modalità sensoriali, compromettono la prestazione di guida. Abbiamo in particolare analizzato il problema riguardante il parlare al telefono, ma il discorso si può estendere anche a molte altre attività in cui si è coinvolti mentre si è in auto, che richiedono risorse cognitive e sensoriali per essere effettuate con successo.

Bisogna anche considerare che molto spesso, quando siamo in auto e guidiamo, dobbiamo prestare attenzione a numerosi stimoli, localizzati in zone spaziali differenti, e dobbiamo contemporaneamente svolgere diverse attività che concorrono tutte ad aumentare le risorse cognitive necessarie al corretto svolgimento dei vari compiti. E' chiaro che il compito percepito come primario e più importante sarà sempre la guida sicura dell'auto; però la presenza contemporanea di molte interfacce di interazione, semplici e complesse, presenti nell'auto, proprio in virtù di quanto abbiamo parlato ora, richiede che venga prestata molta attenzione in fase di progettazione, nel tentativo di limitare al minimo possibile le risorse cognitive necessarie per interagire con le interfacce.

# **CARICO COGNITIVO ALLA GUIDA: COMANDI A VOLANTE E ANALISI DELL'INTERFACCIA DI UN SISTEMA DI GUIDA AUTOMATICA**

Abbiamo finora parlato di ergonomia cognitiva e di design centrato sull'utente. Nel seguente capitolo vedremo due ricerche effettuate allo scopo di fornire a chi guida un'automobile un'ambiente quanto più possibile usabile, cercando di progettare delle interfacce che vengano incontro alle necessità degli utenti, limitando il più possibile il carico cognitivo necessario per portare a termine il compito di guida, che comprende molte attività da svolgere contemporaneamente.

E' necessario quindi fare una breve introduzione sul concetto di carico cognitivo alla guida e sui modi in cui viene studiato nel contesto automobilistico.

Innanzitutto bisogna notare come, quando si guida un'automobile, siamo impegnati a prestare attenzione a un numero molto alto di stimoli, che ci arrivano in tutte le modalità sensoriali.

Dobbiamo prestare attenzione agli stimoli che vengono dall'ambiente esterno, fuori dall'automobile (la strada, il traffico, eventuali ostacoli ecc.) e alla strumentazione interna all'abitacolo, che ci fornisce informazioni importanti e ci consente di interagire con interfacce che ci aiutano nella guida.

Operativamente facciamo riferimento al concetto di carico cognitivo come lo sforzo mentale richiesto ad un individuo per svolgere un determinato compito con un livello accettabile di performance.

Bisogna quindi considerare che l'individuo possiede una quantità limitata di risorse cognitive, e che l'attività di guida è molto complessa e in certi casi cognitivamente impegnativa; inoltre quando siamo su un'automobile oltre alla guida siamo impegnati in un certo numero di attività concorrenti, che vanno dalla conversazione con un passeggero, al passivo ascolto della radio, all'interazione con comandi ed interfacce più o meno complesse.

Inoltre, la quantità di risorse cognitive disponibili in un individuo sono soggette a variazioni, in caso di stanchezza, per esempio, saranno in numero ridotto.

Anche la quantità di risorse cognitive richieste per il compito di guida è soggetta a variazioni, se per esempio la guida avviene in condizioni di visibilità scarsa, o traffico elevato, il compito primario di guida sarà molto complesso. Alcune attività secondarie contemporanee alla guida saranno comunque presenti.

Può capitare quindi che il carico cognitivo superi la soglia delle risorse disponibili all'individuo, con un conseguente sovraccarico cognitivo che può portare a problemi nella sicurezza alla guida.

E' quindi compito di chi progetta automobili prendere in considerazione questi concetti, vitali per la sicurezza alla guida, e concentrarsi quindi nella progettazione di strumenti di ausilio alla guida, e contemporaneamente fornire interfacce di interazione, sia legate al compito primario di guida, sia a compiti secondari legati alla guida, usabili e intuitive, limitando al massimo le risorse cognitive necessarie al loro uso corretto; solo in questo modo è possibile ridurre la spesa di risorse cognitive, permettendo agli utenti di guidare al massimo della sicurezza, idealmente senza essere mai costretti a superare la soglia di sovraccarico cognitivo.

Per misurare il carico cognitivo durante la guida vengono utilizzate diverse metodologie, tutte però con degli elementi in comune.

Si effettuano esperimenti in laboratorio, utilizzando tecniche di simulazione (simulatore a bassa fedeltà, oppure un simulatore in realtà virtuale), si misura il carico cognitivo indotto da diverse tipologie di compito secondario e si valuta il loro impatto sul primario (guida del veicolo).

Si utilizza quindi un paradigma di dual task.

Le misure del carico cognitivo solitamente utilizzate sono sia di tipo oggettivo che di tipo soggettivo.

Le misure oggettive tipicamente sono i tempi di esecuzione e gli errori commessi nel compito secondario, e valutazioni della prestazione di guida, utilizzando diversi parametri e misure, come ad esempio gli scostamenti dalla traiettoria ideale, oppure le attività sul volante e sul freno, la velocità media, ecc.

Accanto a queste misure, ai partecipanti alle ricerche viene somministrato un questionario in cui viene loro richiesto di valutare le loro prestazioni, e di esprimere le loro sensazioni ed opinioni.

In alcuni casi vengono anche acquisite misure fisiologiche di stress e di comportamento visivo, ad esempio studiando i movimenti oculari.

## **ESPERIMENTO 1: COMANDI A VOLANTE**

Lo scopo della prima ricerca è di valutare l'usabilità dei comandi a volante, e di come la loro organizzazione secondo aree semantiche possa diminuire le risorse cognitive e attentive necessarie ad attivarli correttamente senza diminuire la prestazione di guida ottimale, per evitare che la guida del veicolo diventi pericolosa e rischiosa.

Una ricerca interna al Centro Ricerche Fiat del 2000 ha dimostrato che possono essere utilizzati 6 comandi singoli senza che la prestazione di guida

diminuisca, quindi l'idea di partenza è che si possano utilizzare 6 aree semantiche, con un numero di comandi per area da valutare.

Per determinare in quali zone del volante fosse fisicamente possibile inserire dei comandi a volante, è stata effettuata un'analisi preliminare con la quale sono state individuate 8 aree possibili, caratterizzate da un'adeguata raggiungibilità fisica, presupponendo un corretto posizionamento della mani sul volante durante la guida.

Le aree così individuate sono evidenziate in figura 3.1.

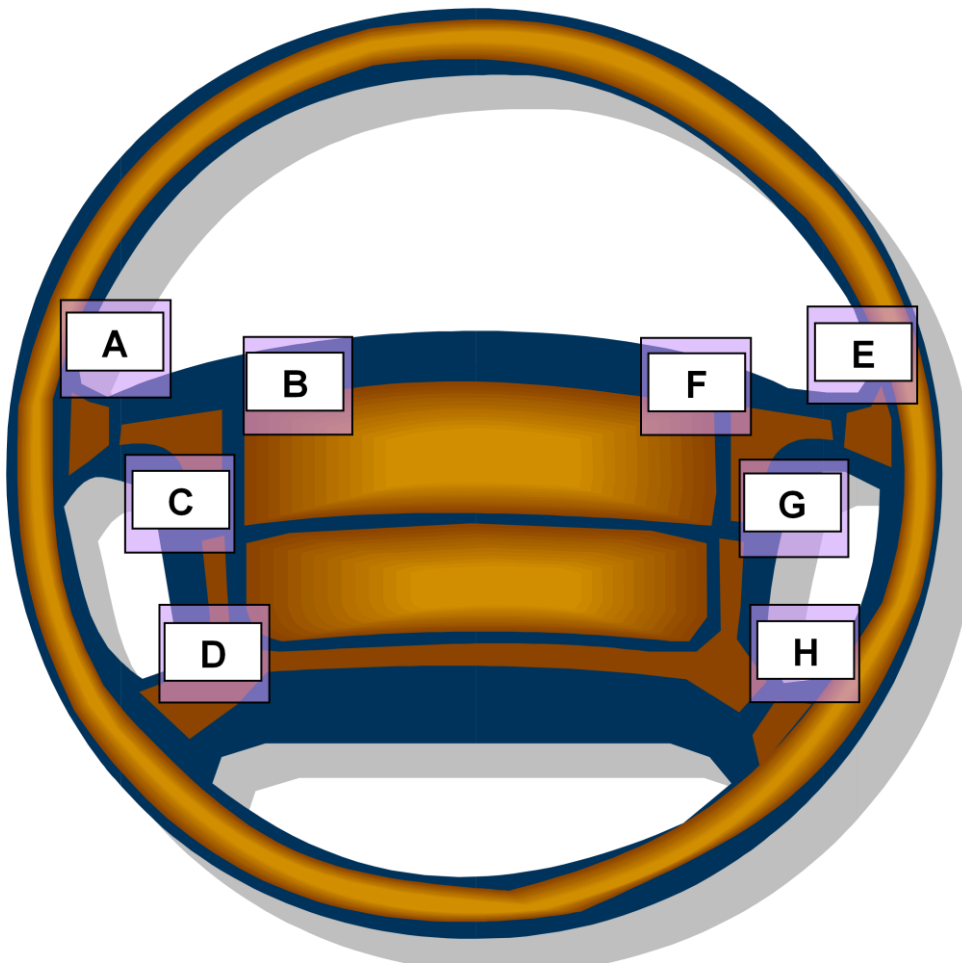


Fig. 3.1: zone del volante adatte all'implementazione di comandi a volante

Dopo aver individuato le zone possibili del volante abbiamo definito le funzioni che possono essere utilizzate con i comandi a volante, e quelle già presenti nelle autovetture attualmente in commercio.

In questo modo abbiamo considerato come funzioni possibili le seguenti: "audio", "telefono", "clima", "menu", "trip" e "cruise".

E' stata poi svolta un'indagine via email per capire in quali posizioni gli utenti si aspetterebbero e desidererebbero trovare le varie funzioni disponibili sui comandi a volante, allo scopo di creare delle condizioni sperimentali il più ecologiche possibili e per capire se ci sono delle preferenze significative riguardo le posizioni da utilizzare.

Veniva presentata l'immagine del volante con le posizioni possibili e si chiedeva agli utenti di indicare la posizione desiderabile delle funzioni "audio", "telefono", "clima", "menu", "trip" e "cruise".

L'indagine via email è stata somministrata ai dipendenti del Centro Ricerche Fiat. Hanno risposto 304 persone, che hanno indicato le loro preferenze.

Le indicazioni che sono state tratte sono riassunte nella figura 3.2:

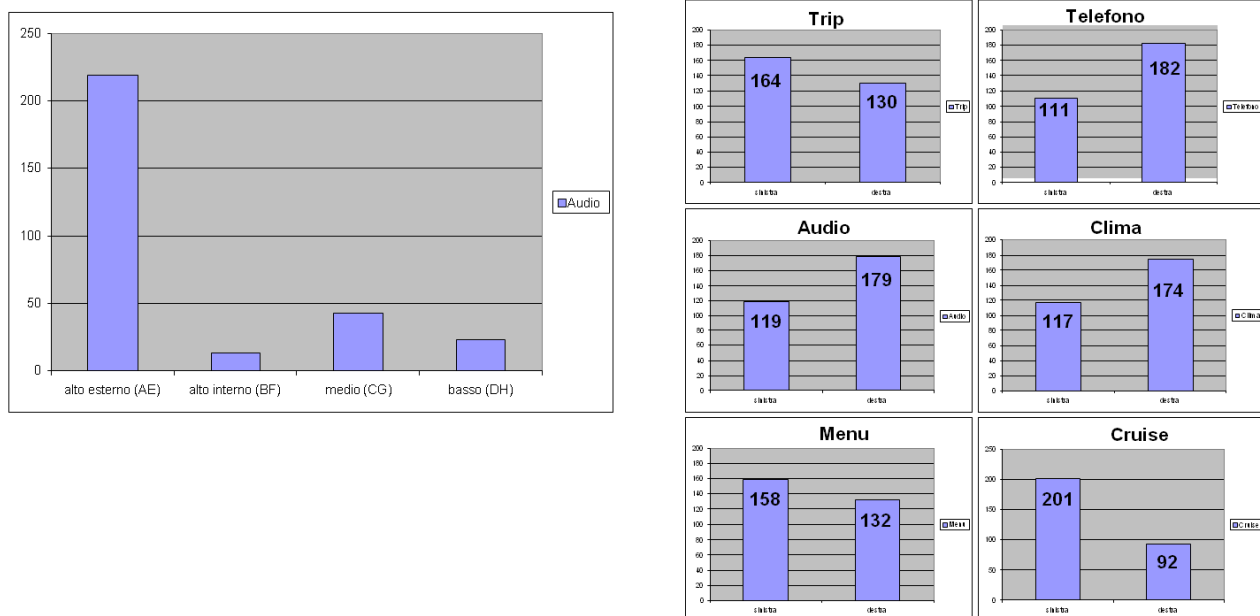


Fig. 3.2: preferenze degli utenti sulla sistemazione delle varie funzioni

I risultati di questa indagine (campione di 304 persone) mostrano che gli utenti vorrebbero le funzioni audio nella parte alta esterna del volante (posizioni A ed E della figura 3.1 , cioè quelle più facilmente raggiungibili).

Inoltre per gli utenti è preferibile avere le funzioni "audio", "telefono" e "clima" nella parte destra del volante, mentre le funzioni "menu", "trip" e "cruise" nella parte sinistra (anche se non in modo statisticamente significativo).

Le preferenze degli utenti permettono anche di escludere la posizione più interna (quelle definite B e F nella figura 3.1), ritenuta poco desiderabile e scomoda.

Dopo aver acquisito le informazioni necessarie abbiamo definito 7 volanti sperimentali, ciascun volante con 6 zone ma con un numero diverso di comandi in ogni zona.

Per motivi di riservatezza dei dati, non è possibile scrivere il numero esatto di comandi per ciascun volante, li definiremo volanti A, B, C, D, E, F, G, in ordine crescente di complessità.

## SETTING

L'esperimento è stato svolto utilizzando un "simulatore di guida a bassa fedeltà", presentato in figura 3.3, composto da un monitor e da un mockup composto da un sedile di automobile, una pedaliera che simula freno, frizione ed acceleratore, ed un volante.

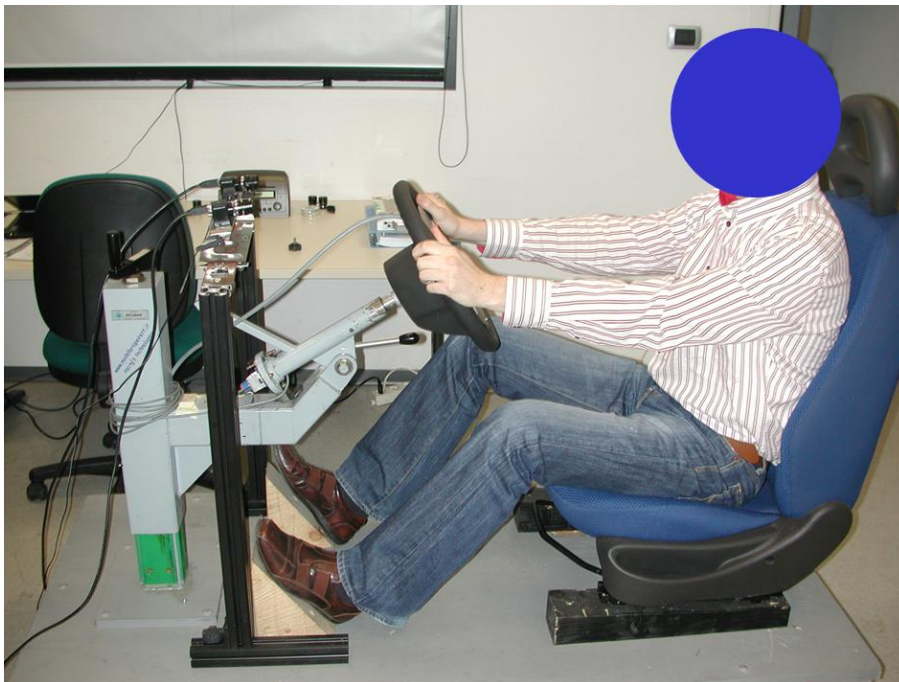


Fig. 3.3: setting sperimentale



Utilizzando questo sistema, i partecipanti all'esperimento simulavano di essere su un'automobile e di guidarla.

Un difetto di questo simulatore è che non rappresenta perfettamente il compito di guida reale, ma è semplificato, quindi ci potrebbero essere dei limiti a livello di validità ecologica.

E' comunque un compito di difficoltà simile alla difficoltà di guida, e permette un controllo maggiore delle possibili variabili intervenienti. In questo modo infatti si è sicuri che i soggetti svolgono solo i compiti di guida e di azionamento dei comandi a volante, senza coinvolgere tutti gli altri compiti che una situazione di guida reale richiede siano svolti.

Va sottolineato, anche se non è rilevante per gli scopi di questa ricerca e di questa tesi, che in ogni caso nelle eventuali fasi più avanzate di realizzazione del volante, si provvederà a una prova su strada utilizzando uno o più prototipi del volante finale.

## PARADIGMA SPERIMENTALE

Per studiare l'effetto sulla guida dell'uso dei comandi a volante opportunamente organizzati in aree semantiche è stato utilizzato il paradigma del doppio compito.

Lo scopo è valutare la differenza di prestazione tra la guida semplice, e la guida utilizzando contemporaneamente i comandi a volante, e la differenza di prestazione tra i vari volanti, che differiscono per il numero complessivo di comandi.

I partecipanti dovevano svolgere due compiti contemporaneamente: guidare l'automobile e utilizzare i comandi a volante.

Il disegno sperimentale è within subject, ad ogni soggetto venivano somministrate tutte le condizioni sperimentali ( i volanti con un diverso numero di comandi a volante)

E' stata inoltre considerata la variabile età, i soggetti sono stati divisi in due gruppi: il gruppo degli anziani e il gruppo dei giovani

## CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Il campione è stato diviso in due gruppi sperimentali: un gruppo di “giovani” e un gruppo di “anziani”.

Le risorse cognitive ed attentive diminuiscono con l’avanzare dell’età , quindi risulta importante valutare se la prestazione di guida degli anziani risulta compromessa, e soprattutto valutare l’effetto di un compito secondario.

Sono state testate 30 persone, divise nei due gruppi: 14 appartengono al gruppo dei “giovani”, 16 al gruppo degli “anziani”

<i>Campione complessivo</i>					
Statistiche descrittive					
	N	Minimo	Massimo	Media	Deviazione std.
ETÀ	30	21	76	50,3	15,87
Validi	30				

<i>Campione giovani</i>					
Statistiche descrittive					
	N	Minimo	Massimo	Media	Deviazione std.
ETÀ	14	21	40	34	5,15
Validi	14				

<i>Campione anziani</i>					
Statistiche descrittive					
	N	Minimo	Massimo	Media	Deviazione std.
ETÀ	16	60	76	64	4,4
Validi	16				

Tab. 3.1: età dei partecipanti

Come si vede in tabella 3.1, età media dei partecipanti all’esperienza è di 34 anni (SD = 5,15) per quanto riguarda il campione dei giovani, e di 64 (SD = 4,4) per quanto riguarda il campione di anziani.

Tutti i partecipanti sono esperti guidatori e possiedono la patente B da diversi anni.

Per la precisione, il campione mediamente possiede la patente da 31,17 anni (deviazione standard di 14,87 anni). Il gruppo dei giovani la possiede da 16,21 anni (deviazione standard 4,26 anni) mentre gli anziani la possiedono mediamente 44,25 anni (deviazione standard 4,47 anni)

## TRAINING

Dopo l'accoglienza e la raccolta dei dati socio-anagrafici discussi in precedenza, i soggetti prima di iniziare la prova vengono sottoposti ad una sessione di training; vengono infatti istruiti sia sul compito di guida che sul compito di attivazione dei comandi a volante.

Per quanto riguarda i comandi a volante, inizialmente lo sperimentatore mostra ed spiega il significato di tutte le icone, allo scopo di evitare che eventuali problemi ed errori siano spiegabili con una scarsa comprensione del significato delle icone. Dopo la spiegazione, lo sperimentatore si accerta che il significato di tutte le icone sia stato appreso dal partecipante.

In una seconda fase di training, una voce pre-registrata impartisce all'utente i comandi da attivare, in modo da rendere comprensibile lo svolgimento del compito secondario.

Gli utenti vengono anche allenati nel solo compito di guida, facendoli guidare sul simulatore per qualche minuto, permettendo loro di familiarizzare con lo scenario e con la guida.

Infine vengono sottoposti a una veloce sessione di prova uguale a quelle che poi saranno le prove sperimentali, guidano cioè sul percorso simulato attivando contemporaneamente i comandi a volante.

## COMPITO SPERIMENTALE

Il partecipante guida sul percorso simulato a video ed attiva i comandi a volante che la voce registrata richiede. In ogni condizione, veniva richiesto di attivare ogni singolo comando a volante presente sul volante per 4 volte. L'ordine era randomizzato ad ogni presentazione e per ogni soggetto.

Anche l'ordine di presentazione dei volantini veniva randomizzato.

Nel compito di guida, i partecipanti dovevano mantenere il trapezio (che rappresentava il cofano dell'automobile), al centro della corsia di destra della strada che percorrevano.

Il percorso rappresentava una strada extraurbana di campagna, e non c'era la presenza di altre automobili.

Una voce pre-registrata suggeriva al partecipante il compito da eseguire.

Tra ogni richiesta di azionamento dei comandi passavano 30 secondi, durante i quali i soggetti dovevano concentrarsi esclusivamente sul compito di mantenere il veicolo sulla traiettoria ideale.

Veniva fornito un feedback sull'esito del compito secondario: in caso di azionamento non-corretto, sul monitor, veniva visualizzato un quadratino rosso mentre in caso di azionamento corretto veniva visualizzato un quadratino verde (figura 3.4).

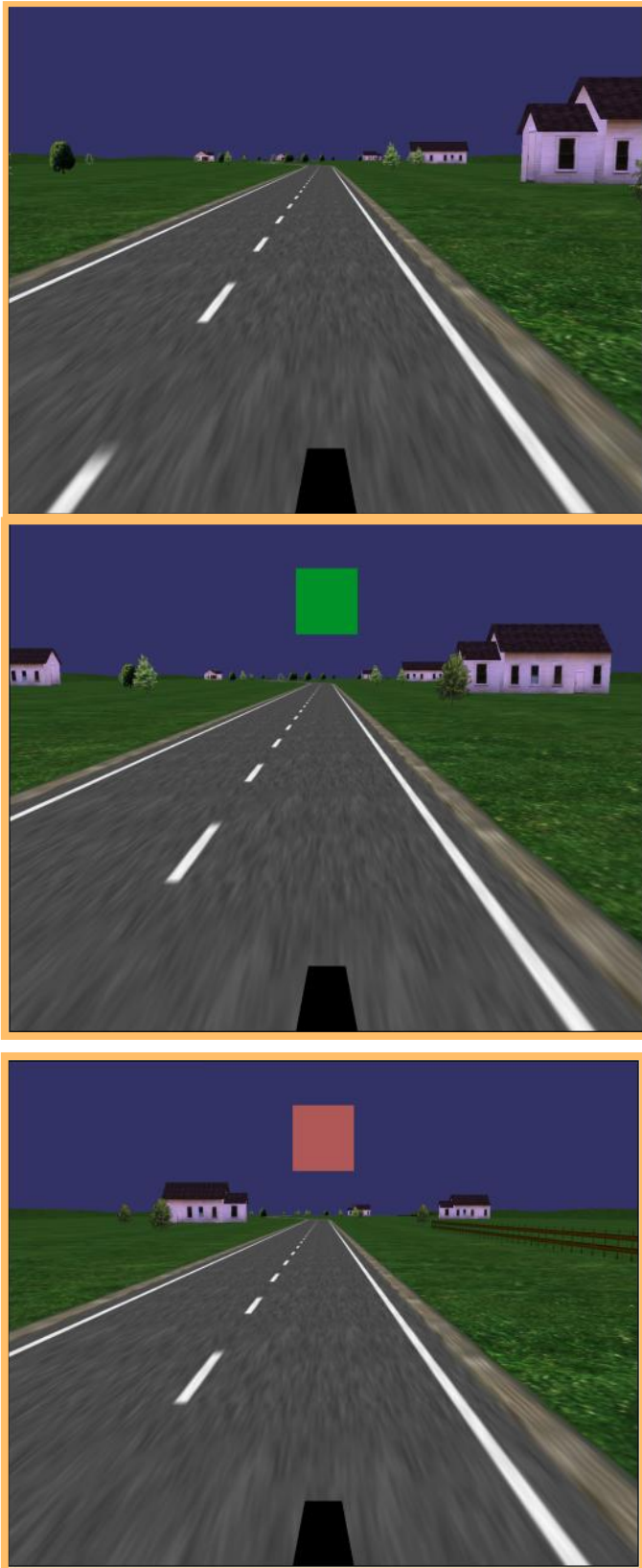


Fig. 3.4: scenario simulato e feedback

Alla fine di ogni condizione i soggetti compilavano un questionario di valutazione sul volante appena provato, indagando diversi aspetti sulla prestazione appena effettuata.

E' da sottolineare il fatto che nella consegna sperimentale veniva esplicitamente spiegato che, come in una reale situazione di guida di veicoli, la priorità era data al compito di guida, ed era richiesto di attivare i comandi a volante dopo la richiesta nel modo più rapido ed accurato possibile, ma prestando sempre la massima attenzione alla posizione e alla direzione dell'auto.

Dopo alcune prove, è stato deciso di escludere il volante più complesso dal campione di anziani, visto che la prestazione risultava evidentemente insufficiente, e provocava frustrazione nei partecipanti, rischiando quindi di compromettere l'esito di tutta la prova sperimentale.

## GLI STRUMENTI

Per misurare il carico cognitivo nelle varie condizioni sono stati utilizzati 3 tipi di misure:

1 – misure soggettive di difficoltà percepita: alla fine di ogni condizione sperimentale ai partecipanti veniva fatto compilare un questionario in cui dovevano essere valutati diversi aspetti (questionari presentati in appendice 1)

2 – Misure oggettive sul compito primario di guida: la misura della prestazione di guida che abbiamo considerato sono gli scostamenti laterali rispetto la traiettoria ideale

3 – misure oggettive sul compito secondario di azionamento dei comandi a volante: le misure considerate sono gli errori commessi e il tempo di reazione

## RISULTATI

La valutazione del carico cognitivo richiesto nelle 7 condizioni, come abbiamo visto, è stato utilizzando valutando la prestazione oggettiva nei due compiti, e la

percezione soggettiva dei partecipanti, misurata tramite un questionario somministrato al termine di ogni singola prova.

La misura oggettiva considerata per valutare la prestazione di guida è lo scostamento laterale dalla traiettoria ideale espresso in scarto metrico quadrato.

Le misure oggettive misurate per valutare la prestazione nel compito secondario di attivazione dei comandi a volante sono il numero di errori e il tempo di risposta.

## DATI SOGGETTIVI

La valutazione soggettiva della prestazione non differisce in alcun modo tra il campione dei giovani e il campione di anziani.

Entrambi i gruppi valutano in maniera simile la propria prestazione.

In particolare, per quanto riguarda la valutazione sulla facilità nell'attivazione dei comandi a volante, considerano significativamente migliori i primi 3 volanti, quelli con meno comandi complessivamente, in particolare per quanto riguarda le dimensioni "facilità d'uso" e "facilità ad imparare".

Nella valutazione sull'influenza del compito secondario sul compito di guida, invece, le differenze non sono così nette. I volanti meno carichi di tasti comunque hanno una tendenza, per quanto non significativa, ad essere considerati meno problematici relativamente alla loro influenza sul compito di guida; in generale comunque nessuno dei volanti compromette in modo grave, secondo i partecipanti, la prestazione di guida.

La parte del questionario riguardante le reazioni emotive alle prove non ha dato risultati significativi.

L'ultima parte, riguardante la valutazione sull'organizzazione dei comandi a volante, non fornisce informazioni conclusive, ma l'organizzazione funzionale viene percepita come utile dai soggetti solo per quanto riguarda i primi 3 volanti.

Complessivamente, quindi, sembra che gli utenti considerino solo i volanti con un numero minore di comandi volante come facili da usare e non problematici per il compito di guida, mentre valutano quelli con più comandi come parzialmente problematici.

## DATI SULLA PRESTAZIONE NEL COMPITO DI GUIDA

Dal punto di vista della prestazione di guida, come già detto, abbiamo valutato la deviazione dalla traiettoria ideale. Abbiamo considerato lo scarto quadratico medio, volante per volante, escludendo i primi secondi di guida per ogni prova, visto che era necessario qualche secondo per prendere confidenza con il volante, nonostante la fase di training.

Sono stati inoltre esclusi i momenti in cui i partecipanti perdevano il controllo del veicolo uscendo completamente di strada.

Dopo questa pulizia dei dati, i risultati, come mostrati nella figura 3.5 ci indicano che:

- I volantini chiamati B, C, D sono equivalenti a quello da 6 comandi (volante A), che abbiamo considerato come baseline, sia per i giovani che per gli anziani
- La prestazione di guida sui volantini più complessi peggiora significativamente, ma la prestazione di guida del campione dei giovani rimane adeguata, mentre quella degli anziani peggiora in maniera maggiore e significativa



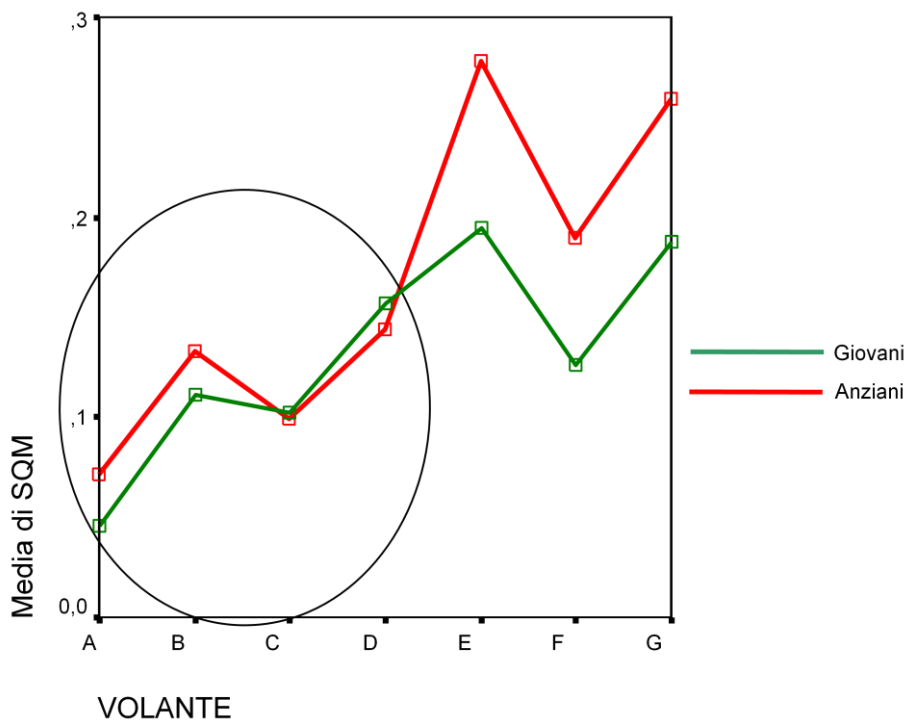


Fig. 3.5: media degli scostamenti laterali per ogni volante (usata come indice di prestazione di guida)

#### DATI SULLA PRESTAZIONE DEL COMPITO DI AZIONAMENTO DEI COMANDI A VOLANTE

Sul compito di attivazione dei comandi a volante, le variabili dipendenti considerate sono il numero di errori e il tempo di reazione per l'attivazione dei comandi a volante.

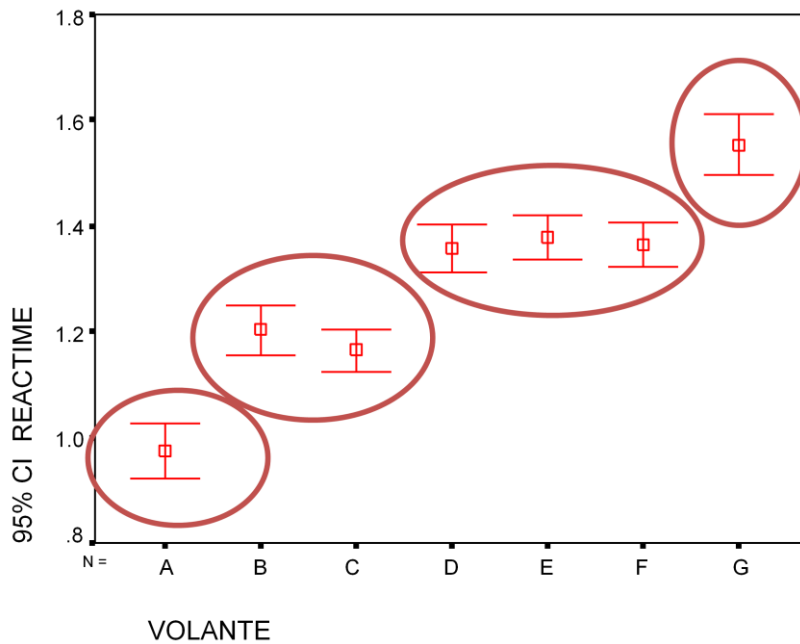
Gli errori commessi non sono stati molti, neanche nei volanti più complessi.

E' nel campione di anziani che si verifica la differenza nel numero di errori tra i volanti più e meno "carichi" di tasti.

Per il campione giovane infatti le differenze sono minime e non significative.

Per quanto riguarda gli errori commessi, quindi, sembra che i giovani non ne commettano molti, mentre per gli anziani i volanti con più comandi sembrano creare più problemi, suggerendo che le loro risorse cognitive non sono sufficienti per eseguire il compito contemporaneo alla guida in maniera sufficiente.

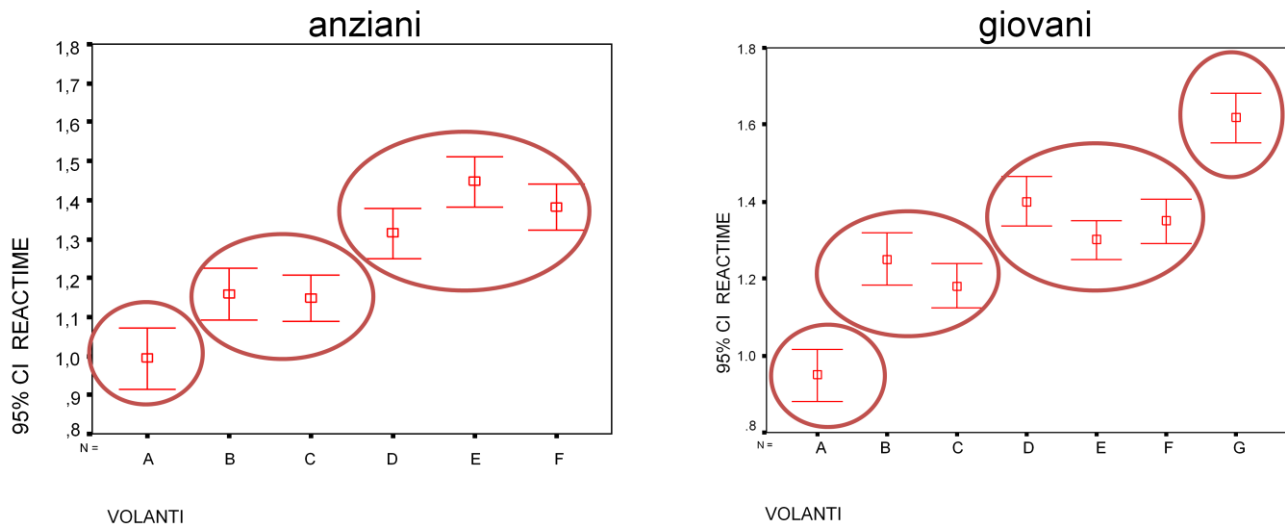
L'analisi dei tempi di reazione invece rivela una netta divisione in 4 gruppi, il più veloce è il volante A, poi C e B. Il tempo di reazione di questi volanti può essere considerato accettabile, gli altri volanti invece richiedono troppo tempo.



Andando a vedere come si comportano il campione dei giovani e il campione degli anziani, scopriamo che l'andamento dei tempi di reazioni tra giovani e anziani è simile

L'unica eccezione è il volante E, che tende a essere più lento per gli anziani, anche se in modo non statisticamente significativo

Il volante G nei giovani (il campione di anziani non lo prova) è significativamente più lento di tutti gli altri.



Oltre agli errori e ai tempi di reazione complessivi, abbiamo effettuato anche delle analisi comando per comando allo scopo di verificare se ci sono alcune posizioni significativamente migliori rispetto alle altre.

Per fare questo abbiamo analizzato, volante per volante, i tempi di attivazione di ogni singolo comando.

Da questa analisi esplorativa emerge che i comandi attivati più velocemente dagli utenti sono tutti nella parte destra del volante, e in particolare nel lato esterno del volante stesso.

## CONCLUSIONI GENERALI

Da questa ricerca emerge che l'organizzazione dei comandi a volante secondo aree semantiche permette di aumentare il numero di comandi che è possibile inserire in un volante senza mettere a rischio la prestazione di guida.

Tuttavia, per mantenere la guida sicura, c'è comunque un limite nel numero di comandi da utilizzare, se si aumentano troppo allora la guida risulta pericolosa.

Dall'analisi fatta finora si è visto che tra i vari volanti ci sono differenze sia per quanto riguarda la prestazione nel compito primario sia quello secondario. Anche la valutazione fornita dagli stessi partecipanti conferma il fatto che aumentare troppo il numero di comandi mette in difficoltà l'utente.

Inoltre, come prevedibile, il gruppo di soggetti anziani (età superiore ai 60 anni), a causa delle ridotte risorse cognitive a disposizione, peggiora la propria prestazione con l'aumentare del numero dei comandi a volante.

In sintesi:

- Gli utenti valutano i volanti A, B e C, con comandi organizzati in aree, come significativamente migliori rispetto agli altri; anche il volante da D è considerato significativamente migliore rispetto al punto medio, non ci sono differenze rilevanti tra il campione dei giovani e quello degli anziani. Questo vale per tutti gli aspetti considerati dagli utenti (modalità d'utilizzo, influenza del compito sulla guida, interazione con i comandi e divisione in aree) ;
- L'analisi degli errori non mostra differenze rilevanti per quanto riguarda il campione dei giovani, mentre il campione degli anziani, nei volanti A, B e C, compie significativamente meno errori rispetto ai volanti con più comandi;
- I tempi di reazione mostrano come sia per i giovani che per gli anziani il tempo necessario a effettuare il compito secondario è significativamente inferiore alla soglia di 1,5 secondi solo per i volanti da A, B e C comandi;
- La prestazione di guida sui volanti più complessi peggiora significativamente, ma la prestazione di guida del campione dei giovani rimane adeguata, mentre quella degli anziani peggiora in maniera maggiore e significativa
- Per quanto riguarda la posizione dei comandi più veloci da attivare, essi sono situati nella parte destra del volante, nella parte più esterna; non c'è nessuna differenza tra il campione di giovani e il campione di anziani per quel che riguarda il posizionamento dei comandi più veloci da attivare

Quindi l'organizzazione dei comandi in aree semantiche risulta funzionare, ed aumenta la possibilità di inserire un maggior numero di funzioni nei comandi a volante.

Bisogna considerare che un aumento troppo elevato rende la guida pericolosa, soprattutto per le persone più anziane. Nell'ottica di progettazione, bisogna anche tenere in considerazione che in una situazione di guida reale ci sono anche altri compiti secondari collegati alla guida che possono o devono essere eseguiti, bisogna

quindi cercare di non esagerare inserendo un numero troppo elevato di comandi al volante, anche se buona parte dei comandi al volante sono repliche di comandi già presenti in altre zone dell'abitacolo, quindi se l'organizzazione degli stessi permette una facile raggiungibilità e una grande facilità d'uso e di memorizzazione delle loro posizioni, possono essere una risorsa utile per ridurre la difficoltà cognitiva di alcuni compiti che usualmente vengono compiuti contemporaneamente alla guida.

## **ESPERIMENTO 2: DUAL MODE VEHICLE INTERFACE**

Un altro esperimento che ha utilizzato una metodologia simile al primo, è stato un esperimento che aveva come scopo la valutazione di due diversi tipi di interfaccia di interazione con un sistema che permette di passare da una modalità di guida manuale a una modalità di guida automatica.

In questo caso quindi lo scopo non era lo sviluppo da zero di un sistema di interazione, ma soltanto la valutazione di due possibili modalità di interazione.

In particolare l'interesse maggiore consisteva nell'individuazione del miglior tipo di interfaccia durante il passaggio dalla guida manuale alla guida automatica.

Più nello specifico, le due interfacce proposte differivano per il tipo di informazione acustica che veniva fornita in aggiunta all'informazione visiva che veniva presentata sul monitor dell'interfaccia di gestione del sistema di guida automatica: l'informazione acustica poteva essere di tipo verbale, semanticamente rilevante, oppure un semplice suono neutro che venivano presentati contemporaneamente all'informazione visiva.

### **APPARATO SPERIMENTALE**

In questo esperimento è stato utilizzato un simulatore di guida ad alta fedeltà, all'interno della cui realtà virtuale i partecipanti dovevano guidare in uno scenario di guida su ambiente autostradale (figura 3.5).

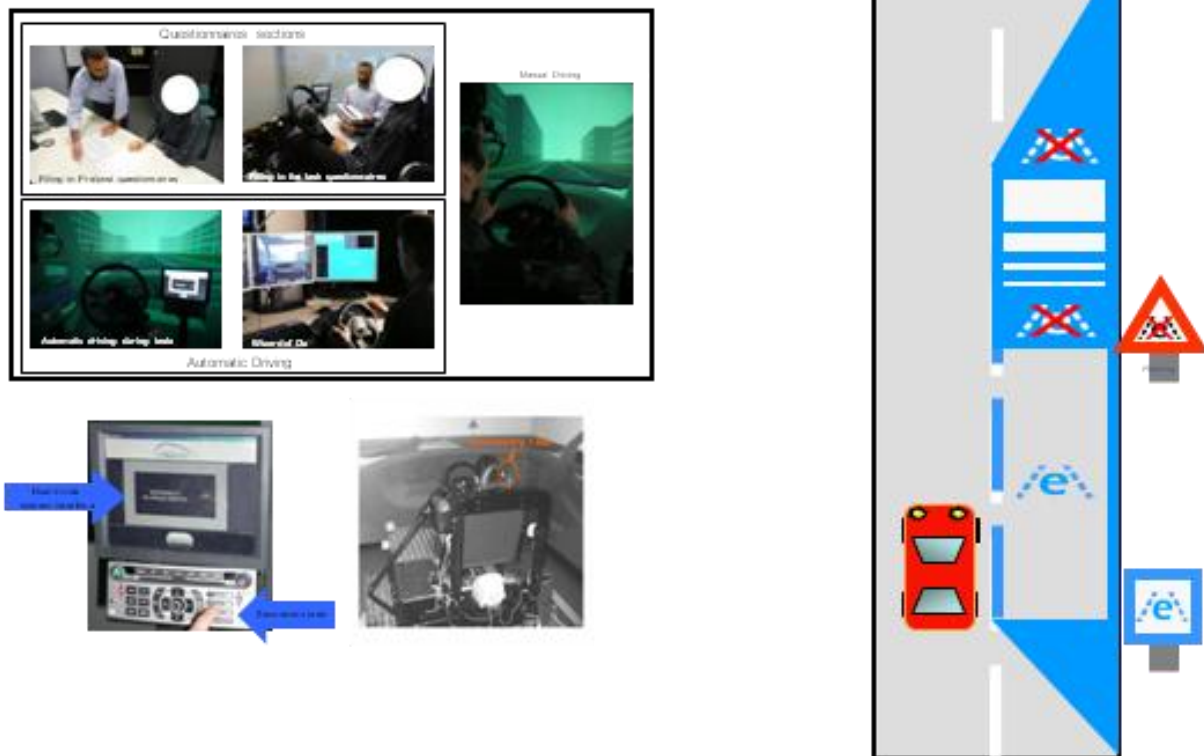


Fig. 3.5: setting sperimentale

Oltre ai tradizionali sistemi di controllo dell'automobile, i partecipanti avevano presente un monitor che conteneva e presentava le informazioni riferite al sistema di guida automatica, e forniva i compiti da svolgere per garantire il corretto funzionamento del sistema; inoltre era presente un'altra interfaccia composta da una tastierina, che veniva utilizzato per lo svolgimento di un compito secondario di digitazione (abbiamo quindi utilizzato un paradigma di dual task).

## DISEGNO SPERIMENTALE

I partecipanti all'esperimento guidavano utilizzando il simulatore di guida, e dovevano prestare attenzione e seguire le istruzioni fornite dal sistema di guida automatica.

I compiti riguardavano l'attivazione e disattivazione del sistema, attivarlo in situazioni di emergenza, per evitare collisioni, e spostarsi di corsia prima di attivare il sistema stesso, attivare il sistema per superare un veicolo più lento.

Queste informazioni venivano visualizzate sul monitor, e in una condizione veniva presentato contemporaneamente uno stimolo acustico generico (condizione visiva-acustica), e in un'altra condizione accanto all'informazione visiva veniva fornita un'informazione verbale (condizione visiva-verbale).

Oltre a guidare utilizzando il sistema di guida automatica, veniva richiesto di svolgere un semplice compito di digitazione su una tastiera di un'autoradio.

Il disegno sperimentale è within, dunque tutti i 24 soggetti testati provavano sia la condizione visiva-acustica che la condizione visiva-verbale.

I parametri considerati nella valutazione delle due interfacce sono stati:

- Il comportamento primario di guida: veniva registrata il comportamento dell'uso del volante e dei pedali del freno e dell'acceleratore, e valutata la differenza nelle due condizioni sperimentali e confrontata con il comportamento di baseline, durante la guida libera senza ulteriori compiti.
- Coerenza tra gli stati del sistema e il comportamento dell'utente: è la valutazione dei tempi e della correttezza delle risposte alle informazioni e agli ordini forniti dal sistema.
- Usabilità percepita. Al termine di ciascuna condizione sperimentale, i soggetti compilavano un questionario in cui veniva valutata l'usabilità percepita dagli utenti stessi nell'utilizzo dei due tipi di interfaccia.
- Valutazione soggettiva della prestazione di guida Al termine della prova veniva chiesto ai soggetti di valutare la loro prestazione di guida. Anche in questo caso è stato poi confrontato il giudizio tra le due diverse modalità di interfaccia.



## RISULTATI

L'analisi delle performance di guida e di interazione con il sistema ha mostrato che in generale le prestazioni si mantengono su buoni livelli.

La modalità visiva-verbale, quella cioè con l'informazione verbale che accompagna l'informazione visiva sul monitor, sembra produrre una migliore anticipazione e prontezza nella risposta degli utenti, inducendo un'anticipazione della risposta rispetto alla modalità visiva-acustica e riducendo l'azione sul freno e la conseguente riduzione della velocità media durante lo svolgimento dei compiti.

Quindi per quanto riguarda le prestazioni oggettive, si può affermare che, almeno ad un primo impatto (dato che nessun partecipante aveva esperienza con tale sistema) l'informazione verbale sembra più adeguata a garantire una prestazione di guida soddisfacente.

Le valutazioni soggettive dei soggetti rivelano come la soddisfazione generale rispetto a entrambi i tipi di interfaccia sia abbastanza alta, i partecipanti infatti valutano entrambe le esperienze come soddisfacenti, piacevoli e interessanti.

Anche nelle valutazioni soggettive, comunque, emerge una preferenza maggiore per la modalità verbale, che viene percepita come più sicura, e viene esplicitamente preferita dalle persone.

Va anche rilevato comunque che la maggior parte dei soggetti considera la modalità vocale troppo invasiva e "seccante".

# **PROGETTARE L'ABITACOLO DI UN CAMION: METODO DEL POTATO HEAD**

E' noto che i camionisti, soprattutto quelli dei mezzi pesanti, svolgono un'attività molto dura, per molte ore al giorno; è quindi un mestiere molto impegnativo, che mette a dura prova le capacità di resistenza fisica e di concentrazione di chi guida i camion.

La cabina di un camion è caratterizzata, come vedremo, da un numero elevatissimo di comandi attivabili, e da un altrettanto alto numero di spie cui un camionista deve prestare attenzione.

La maggior parte di questi comandi richiedono l'attivazione durante la guida, e le spie contengono informazioni che devono essere immediatamente disponibili al guidatore mentre è impegnato nel compito di guida.

E' quindi molto importante che l'organizzazione dei contenuti all'interno della cabina sia organizzata in modo da limitare quanto possibile il carico cognitivo e l'esplorazione visiva richieste alle persone per tenere tutto sotto controllo.

Lo scopo delle ricerca che segue è proprio quello di identificare il migliore posizionamento dei comandi secondari all'interno della cabina, seguendo le linee guida ergonomiche di cui abbiamo parlato nel primo capitolo, e utilizzando i

principi dello User Centered Design, coinvolgere direttamente gli utenti nella fase di progettazione di una cabina “usabile”.

Il metodo utilizzato per effettuare questa ricerca è il metodo “Potato Head”.

Il Potato Head è una tecnica che permette agli utenti di costruire propria strumentazione. E' stato sviluppato e utilizzato da Paul Green (Green, P., Paelke, G., and Boreczky, J. (1992).)

Il metodo deve il suo nome all'omonimo giocattolo per bambini, dove i bambini possono creare vari tipi di teste diverse combinando i diversi elementi che compongono un volto, come ad esempio vari tipi di occhi, bocche, nasi, e così via. Il principio è lo stesso.

Questo metodo permette una personalizzazione quasi assoluta, almeno teoricamente, perché agli utenti è permesso di stabilire la posizione di ogni dispositivo di interazione scegliendo tra un gran numero di opzioni disponibili. In questo modo, permettendo agli utenti di avere una totale libertà nel posizionare i controlli, di conseguenza aumenta l'usabilità del conseguente layout, soprattutto se poi si incrociano le preferenze degli utenti con i principi di usabilità ed ergonomia (Toffetti, Cherri, Nodari, 2004).

Per poter utilizzare con efficacia questo metodo è necessario utilizzare utenti molto esperti del sistema che si vuole testare e progettare, e necessita di agire su una perfetta simulazione della condizione reale, soprattutto per quanto riguarda le dimensioni assolute e relative delle varie parti che compongono la base su cui inserire tutti gli elementi di interazione.

## ANALISI PRELIMINARE SUI COMANDI DEI CAMION

La prima fase della ricerca consiste nell'identificazione e catalogazione di tutti i comandi che è possibile trovare sui camion.

A tale scopo abbiamo analizzato le cabine di 6 diversi modelli di camion pesanti, fino ad arrivare ad un'esaustiva lista dei comandi presenti.

E' stato anche rilevato che per alcuni comandi non esiste un accordo univoco tra i diversi costruttori che non sempre utilizzano le stesse icone per gli stessi comandi, mancando in certi casi una standardizzazione.

Nei casi in cui non c'era concordanza tra i diversi costruttori sulle icone da utilizzare, si sono utilizzate le icone stabilite dagli standard ISO 2575.

Alla fine dell'analisi abbiamo individuato e definito più di 80 comandi diversi che il camionista può e deve attivare durante la sua attività lavorativa.

Ai fini di semplificare per quanto possibile il setting sperimentale alcuni comandi sono stati a priori raggruppati insieme (i comandi dell'autoradio, della radio, del climatizzatore, per esempio).

La lista finale dei comandi è quella in figura 4.1

Elenco icone con numerazione						Aree	
1	L/R	21		41		61	1-3 Specchietti
2	Sup	22		42		62	4-6 Porte
3	Inf	23	MENU	43		63	7-14 Sedile
4		24	ESC	44		64	15-22 Clima
5		25	MENU +/-	45		65	NAVIGATORE
6		26	OK	46	SL	66	23-26 Computer di bordo
7		27		47		67	27-31 Luci interne
8		28		48		68	COMANDI REPLICATI
9		29		49		69	32-43 Luci esterne
10		30		50		70	44-46 Quadro di bordo
11		31		51		71	47-48 Tetto e tende
12		32		52		72	49-50 Prese di forza
13	MOLLEGGIO	33		53	TELEFONO	73	51-52 Ribaltamento cabina
14	PNEUM	34		54	RADIO	74	54 RADIO
15	CLIMATIZZATORE	35		55		75	57 CB
16		36		56	BED MODULE	76	65 NAVIGATORE
17		37		57	CB	77	66 BED MODULE
18	PARKING	38		58		78	53 TELEFONO
19		39		59	CROMO TACHIGRAFO	79	59 CROMO TACHIGRAFO
20		40		60		80	55-66 Altre funzionalità
							67-70 Comandi suppl. radio
							71-74 Comandi suppl. clima

Fig. 4.1: lista completa dei comandi presenti nell'abitacolo dei camion

## L'APPARATO SPERIMENTALE

Abbiamo visto che per utilizzare il metodo del potato head c'è bisogno di una realistica rappresentazione del reale oggetto di studio.

Per questa ragione abbiamo realizzato un setting sperimentale il più realistico possibile, sistemando in laboratorio una vera cabina di un camion, completamente svuotata di ogni comando e di ogni riferimento che poteva fornire indicazioni sull'originaria sistemazione dei controlli.

In questo modo l'intera cabina era a disposizione dell'utente, che avrebbe potuto sistemare i vari comandi in qualunque posizione egli preferisse, senza nessun tipo di limitazione.

L'interno cabina è stato poi interamente ricoperto di velcro, per permettere, come poi vedremo, ai soggetti sperimentali di attaccare fisicamente i vari comandi nelle posizioni da loro decise.

Inoltre sono state preparati le rappresentazioni fisiche dei comandi da sistemare nella cabina di guida. Sono semplici rappresentazioni in legno di dimensione paragonabile a quella dei veri comandi, ciascuno con l'icona che rappresenta il tipo di comando. (figura 4.2).



Fig. 4.2: rappresentazioni dei comandi dei camion con relative icone

## METODO

Sono stati testati 46 soggetti (tutti camionisti esperti) utilizzando il metodo del Potato Head descritto prima.

I partecipanti venivano fatti sedere al posto di guida nella cabina dei camion, e dovevano sistemare ad uno ad uno tutti i comandi, che venivano loro consegnati dallo sperimentatore, in ordine casuale.

Veniva loro esplicitamente richiesto di sistemare i comandi nel modo secondo loro più comodo e usabile possibili; Gli utenti vengono invitati ad effettuare il posizionamento con l'obiettivo di creare la cabina ideale dal punto di vista del posizionamento dei comandi, senza porsi alcun problema riguardo ad eventuali vincoli tecnologici.

Durante lo svolgimento della prova sperimentale, erano invitati a ragionare a voce alta e motivare le loro decisioni, secondo la tecnica del thinking aloud (Ericsson, K. A. e Simon, H. A. (1984). Protocol Analysis: verbal Reports as Data. Cambridge, MA: MIT Press).

Lo sperimentatore prendeva nota di tutti i ragionamenti compiuti dal partecipante (per una questione di privacy le prove non venivano registrate) nel modo più dettagliato possibile, per poter in seguito analizzare i protocolli verbali e categorizzare i vari tipi di risposta.

Prima dell'inizio della prova ai partecipanti veniva verificata la conoscenza dei significati di tutte le icone dei comandi presenti nella prova, e del relativo effetto del comando. In questo modo venivano evitati problemi relativi alla comprensione del comando stesso, cosa particolarmente importante per quei comandi la cui icona può essere diversa a seconda del modello di camion guidato.

Molto spesso infatti, in caso di dubbi e incertezze, i partecipanti sono restii ad ammettere con lo sperimentatore la loro ignoranza, a maggior ragione in questo caso, dove i partecipanti all'esperimento sono professionisti che utilizzano i camion per lavoro.

## RISULTATI

### CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Come già detto, sono stati testati 46 guidatori di automezzi pesanti.

Prima di iniziare la prove, i partecipanti compilavano un questionario socio-anagrafico, per raccogliere dati personali come l'età e le caratteristiche fisiche, e valutare le loro abitudini di guida.

L'età media del campione è di 43 anni (il più giovane partecipante aveva 28 anni, quello più anziano ne aveva 52).

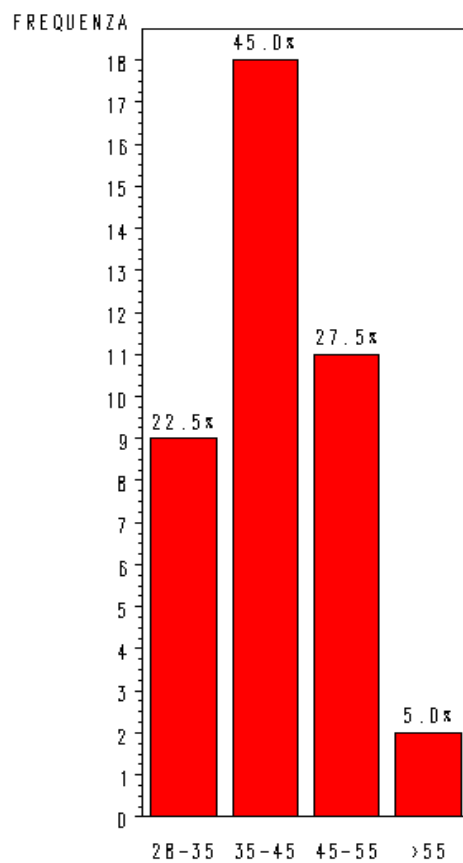


Fig. 4.3: Distribuzione dell'età dei partecipanti all'esperimento

Tutti i partecipanti guidano frequentemente il camion, effettuando viaggi sia su strade urbane che su strade extraurbane e autostrade

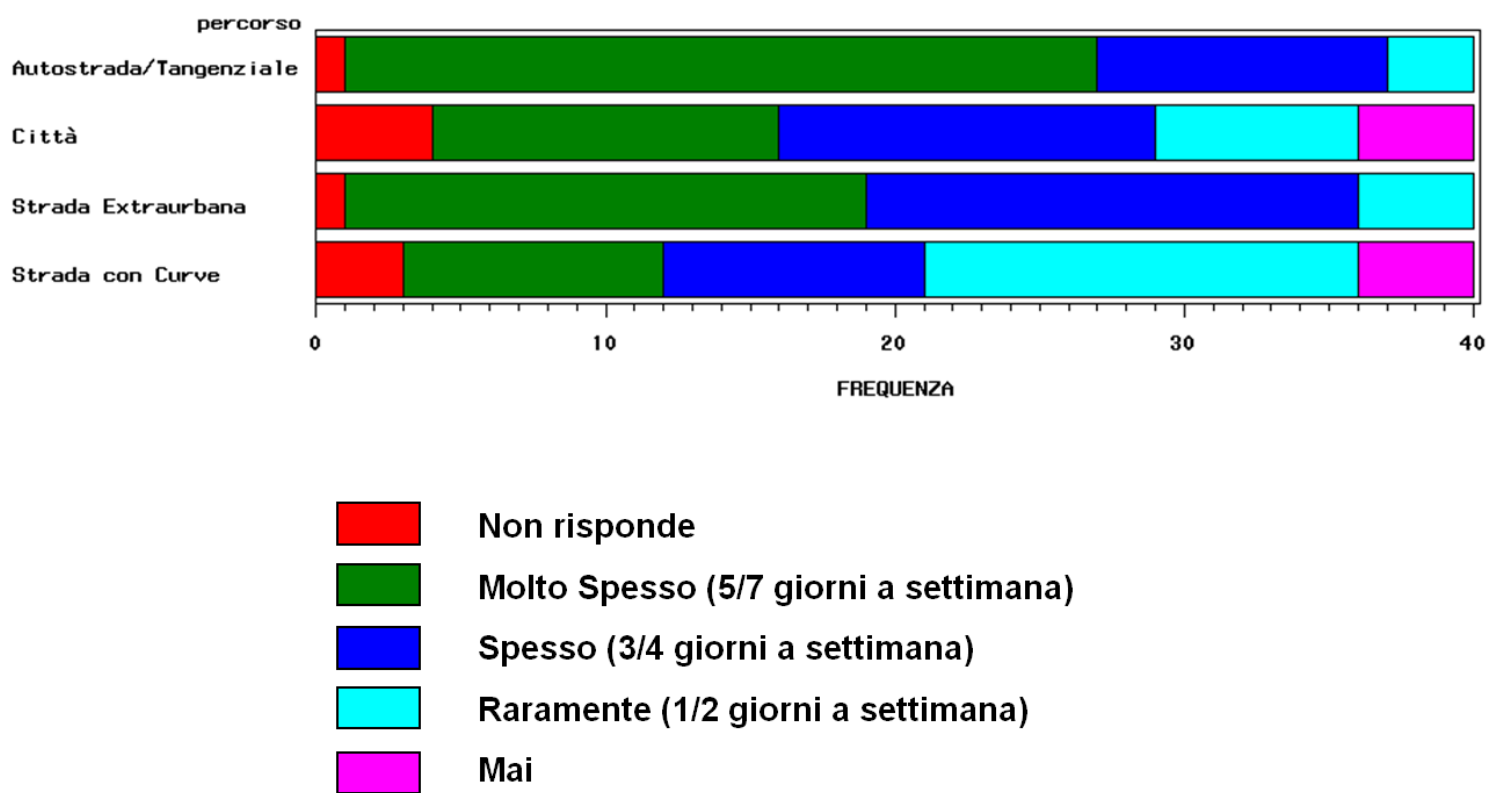


Fig. 4.4: Frequenza di guida dei partecipanti nei vari tipi di strada

Possiedono mediamente la patente per camion da 17 anni, e percorrono circa 107000 km all'anno guidando un camion.



## STEREOTIPI DI POSIZIONAMENTO

Per codificare il posizionamento di tutti i comandi da parte dei partecipanti, la cabina del camion è stata divisa in diverse aree, rappresentanti le diverse parti in cui è suddivisa la cabina stessa.

Le aree di dimensioni maggiori sono state ulteriormente suddivise in sotto parti.

Quando il soggetto posizionava il comando, lo sperimentatore annotava in quale di queste aree veniva posizionato.

Le aree così realizzate sono visibili in figura 4.4.

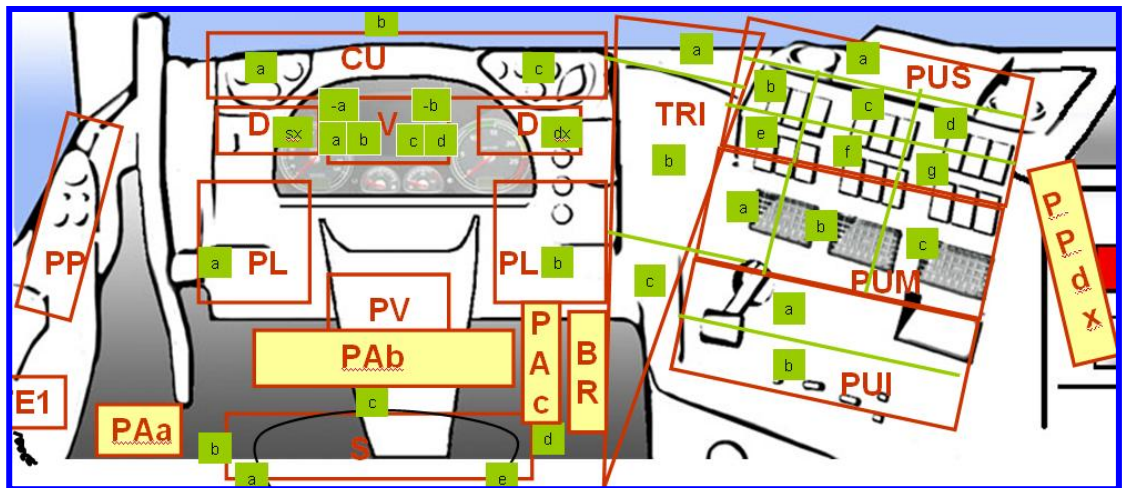


Fig.4.4: aree in cui è stato diviso l'abitacolo del camion

Oltre a queste, non visibili in figura, ci sono le aree attorno al sedile e un'area posizionata sopra il cruscotto.

Come detto sopra, oltre alla zona di posizionamento veniva registrato il commento di ogni soggetto, in maniera integrale. Il soggetto non veniva in alcun modo influenzato dallo sperimentatore, che si limitava eventualmente a stimolare una risposta qualora il soggetto si dimenticasse di commentare.

## POSIZIONAMENTO

Per quanto riguarda il posizionamento dei comandi nelle diverse zone dell'abitacolo, sono state trovate alcune significative regolarità nelle scelte dei vari soggetti.

Per motivi legati alla riservatezza dei dati industriali, mostrerò soltanto qualche esempio e non il dettaglio di tutti e 80 i comandi considerati;

Comandi da inserire sul pannello porta		% di persone che li inserirebbero sul pannello porta
	Alzacristalli guidatore	<b>93,5</b>
	Alzacristalli passeggero	<b>91,3</b>
 Sup	Regolazione specchietti superiori	<b>89,1</b>
 Inf	Regolazione specchietti inferiori	<b>89,1</b>
L/R	Selettore specchietti	<b>91,3</b>
	Sbrinamento specchietti	<b>71,1</b>

Fig. 4.5: comandi inseriti dai partecipanti sul pannello porta ( $\chi^2$  significativo,  $p < 0,05$ )

Questi per esempio sono i comandi inseriti in maniera statisticamente significativa ( $\chi^2$  significativo,  $p < 0,05$ ) nella zona della portiera (zona PP della figura).

Ci sono poi altri comandi che vengono inseriti dalla maggior parte dei soggetti in una specifica zona della cabina, ad esempio il gruppo dei comandi di regolazione del sedile vengono preferibilmente inseriti nella zona del sedile, tutto quello che riguarda la climatizzazione viene preferito nella zona superiore della pulsantiera, e così via.

Quello che ne risulta alla fine è una mappa abbastanza completa dell'abitacolo, la maggior parte dei comandi trova una sua chiara collocazione, statisticamente significativa.

Rimane comunque un certo numero di comandi che non ha una chiara collocazione all'interno dell'abitacolo, e che richiede quindi ulteriori analisi, o una valutazione da parte di esperti di usabilità, seguendo le linee guida generali e i principi riguardanti l'ergonomia cognitiva, per ottenere alla fine una mappatura completa dei comandi da inserire nella cabina dei camion, in modo usabile ed ergonomico.

L'analisi delle produzioni verbali dei soggetti mentre eseguivano il compito sperimentale ha portato a risultati molto interessanti.

In particolare è da notare che la maggior parte delle motivazioni e dei ragionamenti degli utenti faceva riferimento spontaneamente proprio a quelli che sono i principi di progettazione ergonomica.

Infatti le persone così intervistate facevano molto spesso riferimento alla visibilità dei comandi, soprattutto quelli che usavano più spesso e alla facilità di raggiungimento.

Tendevano esplicitamente a riunire comandi semanticamente simili, sistemandoli vicini tra loro.

Inoltre, quando possibile, preferivano, rispettando il principio del mapping, inserire i controlli in una zona il più possibile vicina alla parte controllata dagli specifici comandi (ad esempio, come abbiamo visto, nella zona portiera vengono inseriti i controlli degli specchietti retrovisori e gli alzacristalli elettrici).

# **CHANGE BLINDNESS MULTISENSORIALE**

Abbiamo analizzato nel secondo il ruolo giocato dall'attenzione nei compiti di guida, con particolare riferimento al ruolo dell'attenzione veicolata da diverse modalità sensoriali, in particolare ci siamo occupati di stimoli visivi e uditivi.

Abbiamo visto come entrambi i tipi di stimoli sensoriali possono attirare l'attenzione concorrendo tra loro; quindi se oltre a guidare la persona è impegnata in una conversazione telefonica, la sua prestazione di guida risulta peggiore, in quanto una parte consistente delle risorse cognitive è impegnata nella conversazione.

Inoltre se uno stimolo sonoro attrae la nostra attenzione spaziale in una zona diversa da uno stimolo visivo contemporaneo, esso ci può distrarre.

D'altra parte, però, se i due stimoli sono invece contemporanei e localizzati più o meno nella stessa zona spaziale, la nostra capacità di integrazione multisensoriale permette una risposta molto più rapida rispetto alla presentazione di stimoli presentati in un'unica modalità.

Un altro effetto attentivo a cui abbiamo dedicato ampio spazio è il fenomeno della cecità al cambiamento (change blindness). In alcune situazioni cioè le persone non sono in grado di identificare un cambiamento avvenuto alla scena visiva, in particolare se viene disturbata la continuità visiva attraverso un ammiccamento o un improvviso disturbo nella scena visiva stessa.

E' stato dimostrato che la change blindness è un effetto legato all'attenzione.

Sia da un punto di vista teorico che da un punto di vista pratico, credo sia interessante cercare allora di capire cosa succede alla nostra capacità di identificare un cambiamento in una scena visiva, se oltre alla contemporaneamente all'evento distrattore visivo viene affiancato uno stimolo sonoro.

Visto che come abbiamo detto la presenza contemporanea di un suono e di uno stimolo visivo produce un aumento superadditivo nella percezione e nella risposta del soggetto, nel caso in cui questa doppia stimolazione funga da distrattore, ci si dovrebbe aspettare che questo abbia un qualche tipo di effetto sulla nostra capacità di identificare il cambiamento di una scena.

Da un punto di vista automobilistico, lo studio di questo tipo di fenomeno potrebbe essere molto rilevante per la sicurezza alla guida, perché ovviamente all'interno dell'auto ci sono moltissimi dispositivi che producono suoni che potenzialmente possono distrarre, e potrebbe avvenire contemporaneamente ad ammiccamenti o ad altri eventi visivi che distruggono la continuità della scena percepita, creando quindi change blindness.

Lo scopo dell'esperimento che segue è proprio questo: indagare l'effetto di un distrattore sonoro negli effetti di cecità al cambiamento, con particolare riferimento a scene realistiche riguardanti situazioni di traffico stradale.

## **L'ESPERIMENTO**

Quando guidiamo siamo bersagliati da un elevatissimo numero di stimoli in diverse modalità sensoriali. Dobbiamo prestare attenzione a tutto ciò che accade, e anche gli stimoli inutili ed influenti per le attività che stiamo svolgendo attraggono la nostra attenzione.

Cosa succede se uno stimolo sonoro distrattore viene prodotto contemporaneamente a un evento visivo che distrugge la continuità visiva di una scena?

Secondo l'idea alla base dell'integrazione multisensoriale, quando il suono

viene prodotto contemporaneamente allo stimolo visivo che causa la change blindness, esso avrebbe come effetto quello di aumentare il livello di attenzione prodotta sullo stimolo distrattore ininfluente, già da solo capace di attirare automaticamente l'attenzione, aumentando di fatto il numero di errori nell'identificazione di un cambiamento improvviso della scena visiva.

In sintesi, lo scopo di questo esperimento indagare, utilizzando il paradigma del mudsplashes, l'effetto di un suono non-informativo presentato contemporaneamente ai mudsplashes, verificando la prestazione dei soggetti nella detezione di un cambiamento nella scena visiva che poteva aver luogo (nel 50% dei casi).

I partecipanti quindi dovranno dire se due foto successive rappresentanti la stessa scena sono uguali o differiscono per un particolare. Durante il passaggio tra la prima e la seconda immagine ci possono essere tre tipi di distrattori, che i soggetti sono esplicitamente invitati ad ignorare: uno stimolo sonoro (un "beep" simile agli avvisi presenti sulle automobili), uno stimolo visivo (il mudsplashes), oppure entrambi i distrattori contemporaneamente.

## DISEGNO SPERIMENTALE

In un disegno completamente within, i partecipanti venivano sottoposti alle 3 condizioni sperimentali: distrattore sonoro, distrattore mudsplashes, distrattore multisensoriale.

## PARTECIPANTI

Sono stati testati 15 soggetti ( 4 maschi, 11 femmine, età media 25 anni), tutti in possesso delle patente di guida.

Tutti i partecipanti avevano una visione normale o corretta tramite occhiali a livello normale.

## APPARATO SPERIMENTALE E STIMOLI

### CREAZIONE DEGLI STIMOLI

Per la realizzazione dell'esperimento sono stati create 120 coppie di stimoli, utilizzando 60 fotografie + 60 fotografie opportunamente modificate rispetto alle originali.

La procedura seguita per la creazione degli stimoli sperimentali è stata la seguente:

- Gli stimoli sono stati realizzati prendendo fotografie di situazioni di traffico stradale, selezionate da internet. Sono state scelte immagini complesse di traffico che raffiguravano la scena dal punto di vista di un teorico guidatore a bordo di un'auto. Sono state selezionate in questo modo 60 fotografie.
- Le fotografie originali sono poi state modificate, rendendo le fotografie modificate quasi uguali alle originali, differendo però per un dettaglio importante e saliente della scena di traffico, un dettaglio cui un guidatore dovrebbe prestare attenzione quando guida (ad esempio un cartello stradale, un'auto, un pedone, un semaforo). Per effettuare le modifiche è stato utilizzato Adobe Photoshop.
- Dopo questa operazione, si sono così ottenute altre 60 fotografie, diverse rispetto alle originali per la mancanza di un particolare della scena saliente per un guidatore.
- Le fotografie poi sono state accoppiate, creando così 120 coppie di stimoli, nello specifico: 60 coppie in cui la prima foto e la seconda foto differivano per un particolare (in 30 la prima foto aveva un particolare in più, nelle altre 30 la prima foto aveva un particolare in meno), e 60 coppie in cui le due foto erano identiche tra loro.

Sono poi stati creati i distrattori visivi, i cosiddetti mudsplashes; è stata quindi creata una copia di ogni immagine, e su ogni scena visiva sono stati aggiunti 5 quadrilateri colorati in bianco e nero, risultando percettivamente neutri rispetto alla scena circostante (vedi l'esempio in figura 5.1).



Fig.5.1: esempio di scena con mudsplashes

- Le 120 coppie sono poi state distribuite nelle varie condizioni sperimentali, per ottenere gli stimoli sperimentali per ogni soggetto:
  1. 20 coppie diverse e le equivalenti 20 coppie uguali (cioè la stessa scena modificata o non modificata) in cui veniva inserito soltanto il distrattore sonoro; (condizione audio)
  2. 20 coppie diverse e le equivalenti 20 coppie uguali (cioè la stessa scena modificata o non modificata) in cui veniva inserito solo il distrattore mudsplashes; (condizione mudsplashes)
  3. 20 coppie diverse e le equivalenti 20 coppie uguali (cioè la stessa scena modificata o non modificata) in cui venivano inseriti entrambi i distrattori, sia quello visivo che quello sonoro. (condizione multisensoriale)
- Ogni prova sperimentale si componeva quindi in questa successione di presentazioni:
 

la prima immagine per 1000 millisecondi, immediatamente seguita dall'immagine con mudsplashes, presentata per 80 millisecondi (contemporaneamente alla seconda immagine poteva venir presentato un "beep" sonoro, sempre di durata 80 millisecondi), infine veniva presentata la seconda immagine, che rimaneva fino alla risposta dei soggetti, al massimo 2420 millisecondi.



Nella condizione in cui è presente soltanto il distrattore sonoro, la prima immagine veniva presentata sempre per 1000 millisecondi, e subito dopo veniva presentata per 2500 millisecondi la seconda immagine, e contemporaneamente alla presentazione della seconda immagine partiva il “beep” di 80 millisecondi.

## PROCEDURA

L'esperimento è stato condotto in laboratorio in sessioni individuali.

Gli stimoli visivi venivano presentati su un monitor da 17 pollici posto davanti al partecipante a una distanza di 70cm

Lo stimolo sonoro veniva prodotto da due casse acustiche poste alla stessa distanza del monitor, la fonte del suono era quindi frontale rispetto al partecipante

Ai partecipanti venivano somministrate in ordine casuale tutte e 120 le coppie di stimoli.

La durata media dell'esperimento è di circa 20 minuti.

I partecipanti siedono davanti al monitor alla distanza di circa 70cm.

Prima di iniziare l'esperimento vengono istruiti a voce.

La consegna sperimentale data loro è di immaginarsi seduti al volante della loro auto.

Avrebbero visto delle immagini di scene di traffico realistiche; veniva loro esplicitamente detto che a un certo momento ci sarebbero stati dei distrattori, solo visivi, solo sonori, o entrambi contemporaneamente, e che il loro compito era di decidere, immediatamente dopo la presentazione dei distrattori, se la seconda immagine fosse identica o diversa per un particolare rispetto alla precedente.

Si raccomandava loro di mantenere lo sguardo sul punto di fissazione centrale, che sarebbe diventato verde quando era permesso loro di iniziare a rispondere.

La risposta veniva fornita premendo due tasti, il tasto “p” se secondo loro la seconda immagine era diversa rispetto alla prima, il tasto “o” se le due immagini venivano percepite come uguali tra loro. (i tasti “p” ed “o” sono stati coperti con un'etichetta con scritto rispettivamente “di” e “u”). Le risposte quindi avvenivano tutte utilizzando la mano destra, più precisamente il dito indice della mano destra

per la risposta “uguale” e il dito medio della mano destra per la risposta “diverso”.

Venivano registrati il tempo per l’esecuzione della prova, calcolato dall’inizio della presentazione della seconda scena, e la correttezza delle risposte.

Nella pagina successiva, in figura 5.2, viene schematizzata una prova sperimentale.



Immagine iniziale, presentata per 1000 millisecondi



Immagine con mudsplashes, presentata per 80 millisecondi. Contemporaneamente poteva venir presentato lo stimolo acustico sempre di durata 80 millisecondi



Seconda immagine, presentata per 2480 millisecondi, in questo esempio la modifica riguarda la scomparsa di uno dei semafori. In questo caso quindi i soggetti dovevano rispondere "diverso"

Fig.5.2: esempio di prova sperimentale

## IPOTESI E RISULTATI ATTESI

Sulla base della letteratura precedente, ci si attendeva che:

- La presentazione del distrattore sonoro non dovrebbe presentare difficoltà nella prestazione di detezione del cambiamento, in quanto viene a mancare il presupposto principale affinché si verifichi il fenomeno, ovvero la distruzione della continuità visiva della scena
- Nella condizione con il mudsplashes ci attendevamo di replicare l'effetto di change blindness classica, con un decremento nell'accuratezza della prestazione
- Nella condizione multisensoriale quello che ci si attendeva era che lo stimolo sonoro, presentato contemporaneamente al distrattore mudsplashes, aumentasse la salienza e stimolasse ancora di più lo spostamento di attenzione dalla scena. Ci si aspettava quindi un ulteriore decremento della prestazione.

## RISULTATI

### DETEZIONE DEL SEGNALE

Abbiamo analizzato la prestazione dei partecipanti nelle 3 condizioni utilizzando la teoria della detezione del segnale, concentrandoci in particolare su due parametri: il  $d'$ prime (per la stima della discriminabilità) e il log beta (per la stima del criterio).

I risultati medi relativi al  $d'$ prime sono visibili in tabella 5.1

CONDIZIONE	MEDIA	DEVIAZIONE STANDARD	N
AUDIO	2,431	0,767	15
MUDSPASHES	0,614	0,5	15
MULTISENSORIALE	0,188	0,448	15

Tab. 5.1: medie dei  $d'$ prime nelle tre condizioni sperimentali

L'analisi della varianza ha mostrato differenze significative tra i dprime ( $F(2,28) = 86,0$   $p < 0,000001$ ). In particolare sono significativi tutti e 3 i confronti, il dprime della condizione audio differisce sia dalla condizione mudsplashes ( $t(14)=9,48$   $p < 0,0001$ ) che dalla condizione multisensoriale ( $t(14)=11,56$   $p < 0,0001$ ); inoltre differiscono anche le condizioni mudsplashes e multisensoriale ( $t(14)=2,71$   $p < 0,017$ ). Quindi l'accuratezza nelle risposte risulta significativamente inferiore nella condizione multisensoriale rispetto alle due condizioni unisensoriali. Non sorprendentemente, inoltre, quando non c'è nessun distrattore visivo, ma solo quello uditivo, l'accuratezza è significativamente maggiore rispetto alle altre 2 condizioni. (fig 5.3)

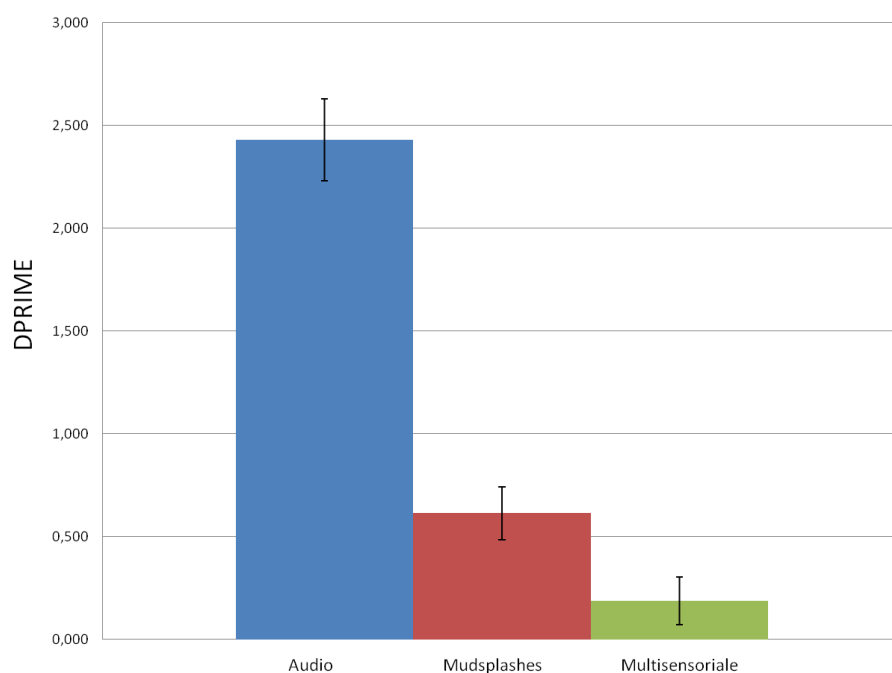


Fig. 5.3: l'istogramma raffigura le medie dei dprime e gli errori standard nelle tre condizioni sperimentali. Le differenze sono significative tra tutte le condizioni

Anche il criterio adottato cambia significativamente nel caso in cui la change blindness viene indotta dal doppio distrattore (tabella 5.2 e figura 5.4).

CONDIZIONE	MEDIA	DEVIAZIONE STANDARD	N
AUDIO	0,393	0,382	15
MUDSPASHES	0,203	0,285	15
MULTISENSORIALE	0,024	0,170	15

Tab. 5.2: medie dei logbeta nelle tre condizioni sperimentali

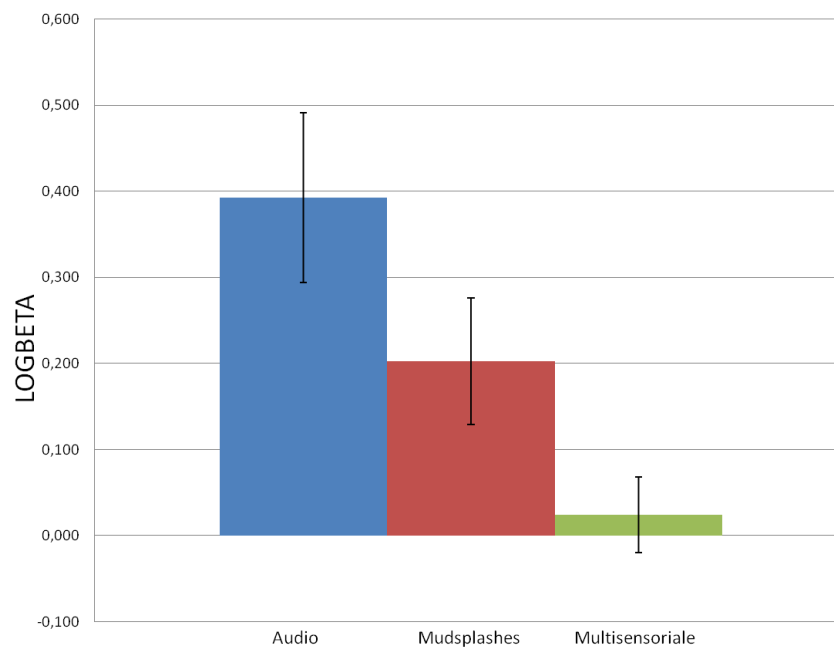


Fig. 5.3: l'istogramma raffigura le medie dei logbeta e gli errori standard nelle tre condizioni sperimentali. Il logbeta multisensoriale differisce significativamente dagli altri due

L'analisi della varianza anche in questo caso si dimostra significativa ( $F(2,28) = 6,82$   $p < 0,0038$ ) In particolare risulta significativo il confronto tra la condizione multisensoriale e le altre due condizioni (audio vs multisensoriale:  $t(14)=4,26$   $p < 0,0008$ ; mudsplashes vs multisensoriale:  $t(14)=2,49$   $p < 0,026$ ).

Cambia quindi in modo significativo lo stile di risposta adottato, in altre

parole la presentazione multisensoriale ha un'elevata influenza sulla risposta dei partecipanti, che a fronte di una bassa discriminabilità sono portati ad aumentare le risposte positive.

I tre diversi modelli risultanti sono mostrati nelle figure 5.4, 5.5 e 5.6.

Come si può notare anche in questa rappresentazione grafica, i comportamenti dei partecipanti differiscono in tutte e 3 le condizioni.

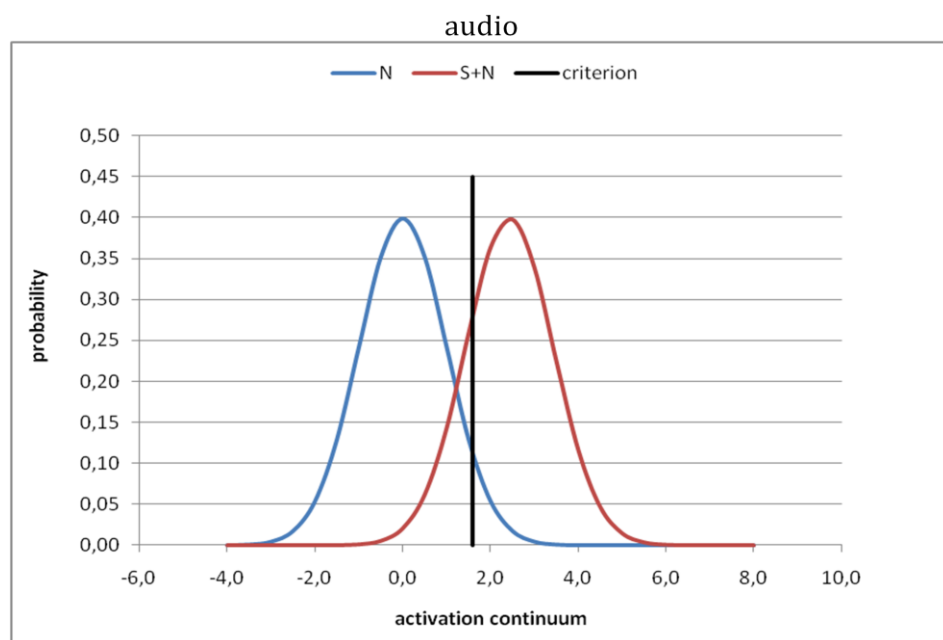


Fig.5.4

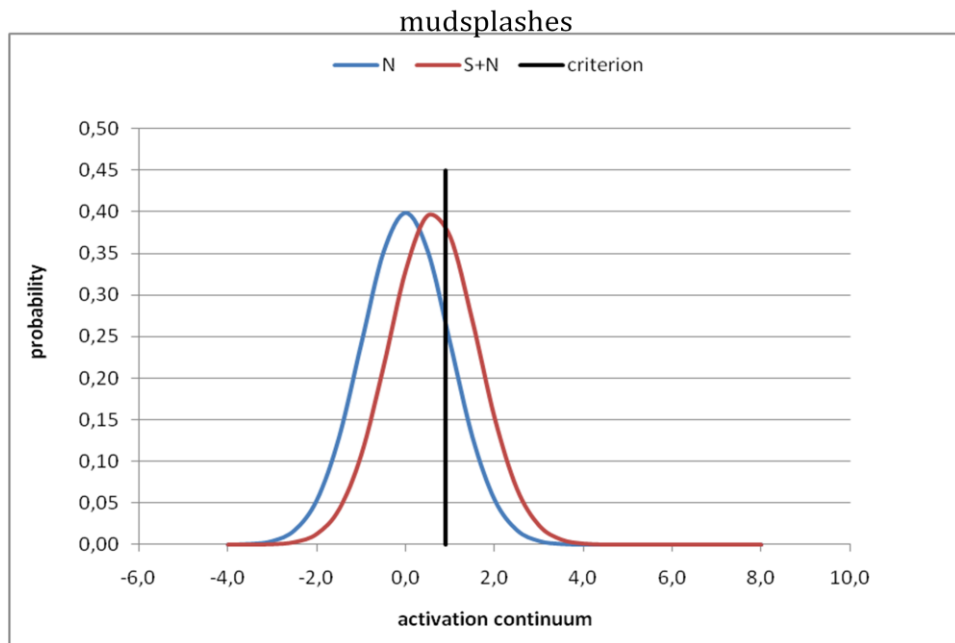


Fig.5.5

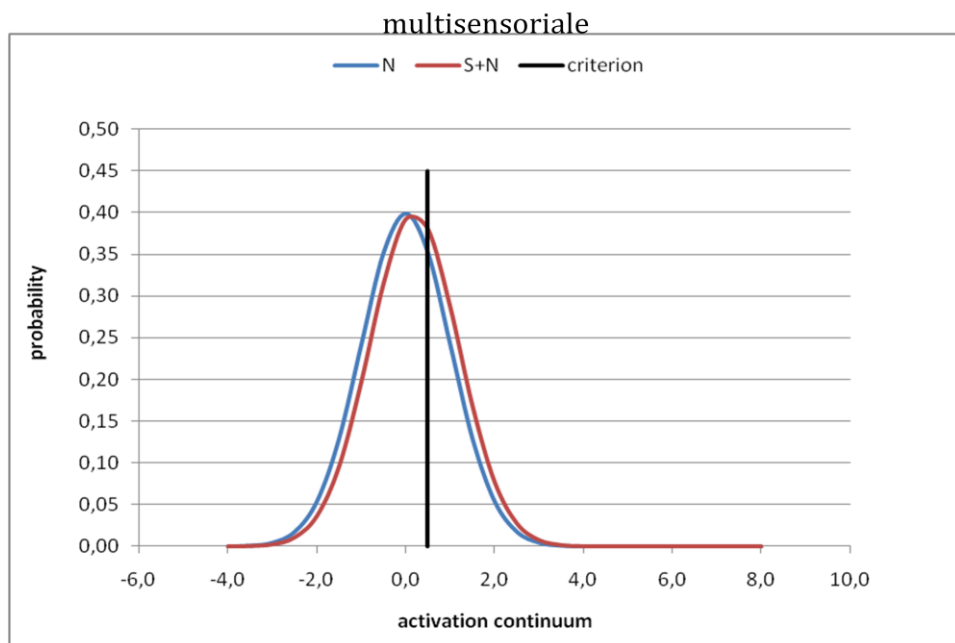


Fig.5.6



Per quanto riguarda i tempi di reazione, l'analisi della varianza mostra un modello significativo per quanto riguarda i tempi di reazione delle risposte corrette ( $F(2,28) = 4,65$   $p < 0,018$ ), i confronti significativi sono quelli tra la condizione audio e le altre due (audio vs mudsplashes:  $t(14)=2,26$   $p < 0,041$ ; audio vs multisensoriale:  $t(14)=2,47$   $p < 0,027$ ), mentre il confronto tra la condizione mudsplashes e la condizione multisensoriale non risulta significativo (mudsplashes vs multisensoriale:  $t(14)=1,09$   $p < 0,295$ ).

I risultati sono rappresentati in figura 5.7.

Sembra quindi che nella condizione multisensoriale si ha un decremento della prestazione per quanto riguarda l'accuratezza, si modifica il comportamento delle persone, ma i tempi di risposta non subiscono variazioni di rilievo.

I tempi di reazione relativi alle risposte non corrette non mostrano alcun effetto.

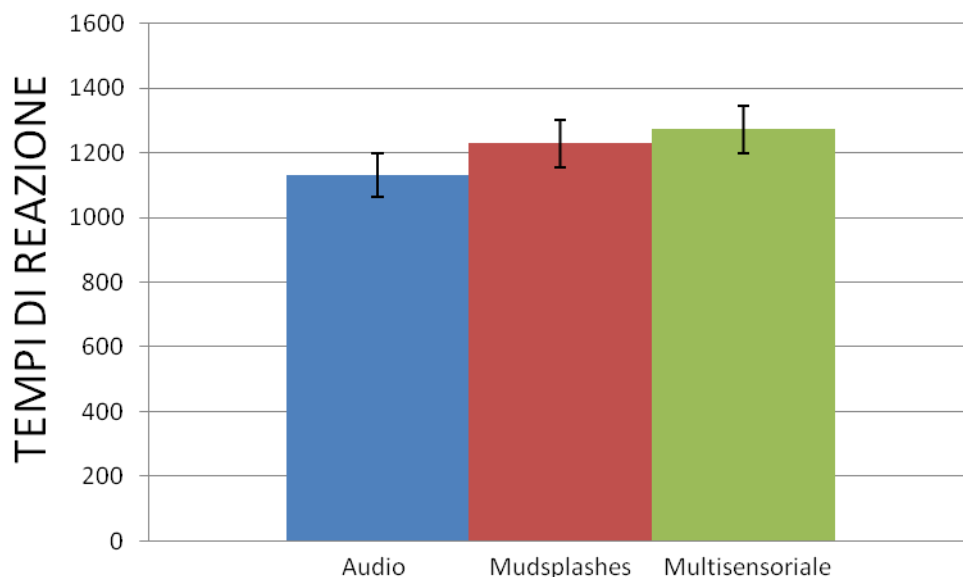


Fig.5.7: istogramma che rappresenta l'andamento dei tempi di reazione nelle differenti condizioni sperimentali

## DISCUSSIONE

Riassumendo i risultati, quindi, sembra che se lo stimolo che provoca la cecità al cambiamento e quindi una grande difficoltà a percepire il cambiamento di una scena, è presentato in modalità multisensoriale (mudsplashes + “beep” sonoro), le persone hanno maggiore difficoltà a percepire il cambiamento, e sono meno precisi nella risposta. Inoltre sembra emergere oltre alla minore precisione anche un cambio di strategia; il calo significativo del criterio mostra in maniera chiara che nella condizione multisensoriale, i partecipanti all’esperimento utilizzano un criterio molto più liberale, presentando una tendenza maggiore a vedere il cambiamento anche quando non c’è; in altre parole, aumentano i falsi allarmi.

Per quanto riguarda i tempi di risposta, invece, non si sono riscontrati effetti tra la condizione mudsplashes e la condizione multisensoriale, mentre nella condizione audio i soggetti sono più rapidi rispetto alle altre condizioni.

Sembra quindi che, come previsto, nonostante il fatto che preso singolarmente il solo distrattore sonoro non sia in grado di indurre change blindness, se presentato assieme al distrattore mudsplashes contribuisce a diminuire l’accuratezza nelle risposte, mettendo in difficoltà i partecipanti all’esperimento.

Dal punto di vista della sicurezza alla guida, si può concludere che la presenza di numerosi avvisi sonori nel veicolo può comportare dei rischi, nel caso in cui lo stimolo sonoro si presenti contemporaneamente a un evento visivo che può normalmente causare change blindness. Infatti abbiamo dimostrato che la diminuzione nella capacità di individuare il cambiamento avviene per oggetti salienti della scena visiva vista dal punto di vista di una persona al volante di un’automobile.

# CONCLUSIONI

Il presente lavoro di tesi si è posto un duplice obiettivo: fornire un contributo applicativo nell'industria automobilistica, contribuendo allo sviluppo di interfacce usabili e incrementando quindi la sicurezza alla guida. Inoltre il secondo obiettivo è di studiare i fenomeni che influenzano la nostra capacità di svolgere un compito con particolare riferimento al ruolo dell'attenzione.

In particolare sono state svolte due ricerche con lo scopo di organizzare i contenuti informativi presenti negli abitacoli rispettivamente delle automobili e dei camion con lo scopo di trovare la migliore organizzazione possibile in termini di usabilità e di riduzione del carico cognitivo richiesto nello svolgimento del compito di guida.

Sono state utilizzate due metodologie diverse; nell'esperimento sui comandi a volante, seguendo l'approccio dello User Centered Design, è stato utilizzato un esperimento di laboratorio svolto utilizzando un simulatore di guida a bassa fedeltà, e un paradigma di dual task, mentre nell'esperimento volto ad indagare la miglior organizzazione possibile dei comandi a bordo di un camion abbiamo utilizzato il metodo del Potato Head.

In entrambi i casi i risultati hanno mostrato che l'organizzazione semantica dei contenuti è fondamentale per diminuire i problemi nelle prestazioni di guida, e che gli utenti tendono naturalmente e spontaneamente a preferire soluzioni in linea con i principi di design sviluppati dagli studiosi di ergonomia cognitiva ed usabilità.

Un terzo esperimento aveva invece lo scopo di valutare due tipi di interfacce che gestiscono un avanzato sistema di guida automatica. In questo caso l'esperimento è stato svolto in un simulatore di guida in realtà virtuale, e attraverso

la guida simulata e un paradigma dual task è stata verificata la superiorità di una modalità multisensoriale con informazione presentata in maniera verbale.

Presi insieme, questi esperimenti dimostrano innanzitutto come lo studio attraverso i metodi, gli strumenti e le conoscenze della psicologia sperimentale sia fondamentale nella progettazione di sistemi complessi come l'automobile, e sia fondamentale soprattutto in questi contesti, dove limitare la possibilità di sovraccarico cognitivo e di errori porta a una maggiore sicurezza per sé e per gli altri.

Nella seconda parte della tesi, invece, abbiamo trattato in maniera più dettagliata il fenomeno della change blindness (cecità al cambiamento), allo scopo di indagare cosa accade se oltre al mudsplashes (stimolo distrattore visivo che in questo paradigma causa il fenomeno) ai partecipanti viene presentato contemporaneamente anche un distrattore sonoro.

In questo caso i partecipanti all'esperimento, che esplicitamente hanno il compito di decidere se il cambiamento della scena sia avvenuto o meno, sono messi ulteriormente in difficoltà dalla contemporanea presenza dei due stimoli visivo e sonoro contemporaneamente.

Sembra quindi che le persone integrino le informazioni fornite contemporaneamente in due modalità sensoriali in maniera automatica e spontanea, anche quando sono consapevoli che gli stimoli distrattori sono ininfluenti rispetto all'esecuzione del compito e sono esplicitamente invitati ad ignorarli.

Questo risultato, oltre che essere molto interessante dal punto di vista teorico, pone alcuni problemi anche per quanto riguarda la guida di veicoli, in quanto in situazioni reali possono anche verificarsi eventi distraenti presentati in più modalità sensoriali contemporaneamente. Se questo si tramuta in una ancora maggiore difficoltà nella rilevazione di un cambiamento in una scena, anche se questo cambiamento è in effetti importante e centrale, è chiaro che questo effetto può contribuire ad aumentare la probabilità di incidente.

Bisogna quindi prestare molta attenzione, in fase di progettazione, a limitare il più possibile l'enorme quantità di informazioni, spesso non utili, cui siamo sottoposti quando guidiamo, tra spie luminose, warning acustici, autoradio, navigatori, ecc.

Sembra anche, comunque, che in qualche modo le persone siano consapevoli del fatto che il distrattore sonoro sia particolarmente problematico se presentato

assieme ai mudsplashes; infatti vi è anche una modifica nel criterio di risposta; le persone tendono cioè a diventare più propense ad identificare un cambiamento della scena, anche quando questo non si verifica. Aumentano cioè gli hit e i falsi allarmi.

Sia per quanto riguarda gli aspetti teorici che per quanto riguarda gli aspetti di design, sarebbe interessante approfondire la questione relativa alla cecità al cambiamento “multisensoriale”, indagando più in dettaglio alcuni aspetti specifici, variando alcuni aspetti degli stimoli sonoro e visivo, sia per quanto riguarda la loro contemporaneità e omogeneità spaziale, sia per quanto riguarda per esempio la loro intensità.

## BIBLIOGRAFIA

Begault, D. R. (1993). "Head-up auditory displays for traffic collision avoidance system advisores: A preliminary investigation", *Human Factors* **35**, 707-717.

Brown, I. D., Tickner, A. H., Simmonds, D. C. (1969). "Interference between concurrent tasks of driving and telephoning", *Journal of Applied Psychology* **53**, 419-424.

Caird, J. K., Edward, C.J., Creaser, J. I., Horrey, W. J. (2005). "Older Driver Failures of Attention at Intersections: Using Change Blindness Methods to Assess Turn Decision Accuracy", *Human Factors* **47**(2) 235-249.

Di Naro, .C, Siriani F. (1981). "Introduzione all'ergonomia nelle strutture industriali", *Ed. Tirrenia Stampatori*.

Driver, J. (2001). "A selective review of selection attentive research from the past century", *British Journal of Psychology* **92**, 53-78.

Dumas, J. S., Redish, J. C. (1993). "A Practical guide to usability testing", *Norwood, NJ: Ablex*.

Ericsson, K. A. e Simon, H. A. (1984). "Protocol Analysis: verbal Reports as Data. Cambridge", *MA: MIT Press*

Galpin, A., Underwood, G. (2009). "Change blindness in driving scenes", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **12**(2), 179-185.

Green, P., Paelke, G., and Boreczky, J. (1992). "The "Potato Head" Method for Identifying Driver Preferences for Vehicle Controls", *International Journal of Vehicle Design* **13**(4), 352-364.

- Grimes, J. (1996). "On the failure to detect changes in scenes across saccades", *In K. Akins (Ed.), Vancouver studies in cognitive science: Vol. 2: Perception, Oxford University Press.*
- Harbluk, J. L., Noy, I. Y. (2002). "The impact of cognitive distraction on driver visual behavior and vehicle control", *Transports Canada*
- Ho, C., Spence, C. (2005). "Assessing the Effectiveness of Various Auditory Cues in Capturing a Driver's Visual Attention" *Journal of Experimental Psychology: Applied* **11**(3), 157-174.
- Ho, C., Spence, C. (2008). "The multisensory driver" *Ashgate*
- Horrey, W. J., Wickens, C. D. (2006). "Examining the impact of cell phone conversations on driving using meta-analytic techniques", *Human Factors* **48**, 196-205.
- Kahneman, D., Ben-Ishai, R., Lotan, M. (1973). "Relation of a test of attention to road accidents", *Journal of Applied Psychology* **58**, 113-115
- Landsdown, T. C., Brook-Carter, N., Kersloot, T. (2004). "Distraction from multiple in-vehicle secondary tasks: vehicle performance and mental workload implications", *Ergonomics* **47**(1), 91 – 104.
- Lee J.D., McGehee D.V. et al. (2006). "Effect of adaptive cruise control and alert modality on driver performance" *Transportation Research Record* **1980**, 49-56.
- Lewis, C. H. (1982). "Using the "Thinking Aloud" Method In Cognitive Interface Design", *Technical Report IBM RC-9265.*
- McCarley, J.S., Vais, M.J., Pringle, H., Kramer, A.F., Irwin, D.E., Strayer D.L. (2004). "Conversation disrupts change detection in complex traffic scenes", *Human Factors* **46**, 424–436.
- McCartt, A. T, Hellinga, L. A, Bratiman, K. A. (2006). "Cell phones and driving: Review of research", *Traffic Injury Prevention* **7**, 89-106.
- Nielsen, J. (1993). "Iterative User-Interface Design" *Computer* **26**(11), 32-41.

- Norman, D. (1988). "The Psychology of Everyday Things", *Basic Books*.
- Norman, D. (1998). "The Design of Everyday Things", *MIT Press*.
- O'Regan, J. K., Rensink, R. A., Clark, J.,J. (1999). "Change-blindness as a result of mudsplashes", *Nature* **398**(34).
- Patten, C. (2004). "Using mobile telephones: cognitive workload and attention resource allocation." *Accident Analysis & Prevention* **36**(3), 341-350.
- Richard, C. M., Wright, R. D. et al. (2002). "Effect of a concurrent auditory task on visual search performance in a driving-related image-flicker task", *Human Factors* **44**, 108-119
- Rensink, R. A., O'Regan, J. K. and Clark, J. J. (1997). "To see or not to see: the need for attention to perceive changes in scenes", *Psychological Science* **8**, 368–373.
- Sagberg, F. (2001). "Accident risk of car drivers during mobile telephone use", *International Journal of Vehicle Design* **26**, 57-69.
- Shneiderman, B. (1998). "Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction" (3rd ed.), *Reading, MA: Addison-Wesley*.
- Simons, D. J. (1996). "In sight, out of mind: When object representations fail", *Psychological Science* **7**(5), 301–305.
- Simons, D. J. (2000). "Current Approaches to Change Blindness", *Visual Cognition* **7**,1-15.
- Simons, D. J., Rensink, R. A. (2005). "Change blindness: Past, present, and future" *Trends in Cognitive Sciences* **9**(1).
- Sivak M. (1996). "The information that drivers use: is it indeed 90% visual?", *Perception* **25**, 1081-1090



- Smith, H ., Milne, E. (2009). "Reduced change blindness suggests enhanced attention to detail in individuals with autism", *Journal of Child Psychology and Psychiatry* **50**(3) 300-306.
- Spence, C., Ho, C. (2008). "Multisensory warning signal for event perception and safe driving", *Theoretical Issues in Ergonomic Science* **9**(6), 523-554.
- Spence, C., Squire, S. (2003). "Multisensory integration: maintaining the perception of synchrony," *Current Biology* **13**.
- Story, M. F., Mueller, J. L., & Mace, R. L. (1998). "A Brief History of Universal Design". In *The universal design file: Designing for people of all ages and abilities*.
- Strayer, D. L., Drews, F .A. (2007). "Cell phone induced driver distraction", *Current Direction in Psychological Science* **16**(3).
- Toffetti A., Cherri C., Nodari E. (2004). "Information society technologies (IST) programme: Adaptive integrated driver-vehicle interface review of existing tools and methods (No. IST-1-507674-IP). *European Union: Information Society Technologies (IST) Programme*.
- Velichkovsky, B. M., Dornhoefer, S. M., Kopf, M., Helmert, J., Joos, M. (2002). "Change detection and occlusion modes in road-traffic scenarios", *Transportation Research Part F* **5**, 99-109.
- Watanabe, K. (2003). "Differential effect of distractor timing on localizing versus identifying visual changes", *Cognition* **88**(2), 243-257.
- Wickens, C.D. (2002). "Multiple resources and performance prediction", *Theoretical Issues in Ergonomics Science* **3**(2), 159-177.
- Yung-Chin Liu (2001). "Comparative study of the effects of auditory, visual and multimodality displays on drivers' performance in advanced traveller information systems", *Ergonomics* **44**(4), 425-442.

# APPENDICE A

## QUESTIONARIO DI VALUTAZIONE DEL WORKLOAD PERCEPTO NELL'ESPERIMENTO DEI COMANDI A VOLANTE

Cod. utente: \_\_\_\_\_ Codice volante: A B C D E F G Data: \_\_\_\_\_ Spazio: \_\_\_\_\_ Comandi a volante

### 1) Modalità di utilizzo

1.1 Considerando il compito di guida appena svolto, i comandi che ha provato, sono risultati essere:

(Segna una coppia di appalti alla volta e, per ognuno di essi, segnala con una crocetta il numero corrispondente al suo giudizio)

	Me lo è d'accordo	D'accordo	Moderatamente d'accordo	Ne sono né l'altro	Moderatamente d'accordo	D'accordo	Me lo è d'accordo	
Difficile da usare	3	2	1	0	1	2	3	Facile da usare
Facile da imparare	3	2	1	0	1	2	3	Difficile da imparare
Facile da raggiungere	3	2	1	0	1	2	3	Difficile da raggiungere
Il numero è eccessivo	3	2	1	0	1	2	3	Il numero è adeguato
Semplici	3	2	1	0	1	2	3	Complessi

### 2) Influenza del compito sulla guida

2.1 Considerando i comandi che ha appena provato, come pensa di aver guidato, rispetto alla guida con la sua auto??

(Segna la coppia di appalti e segnala con una crocetta il numero corrispondente al suo giudizio)

	Me lo è d'accordo	D'accordo	Moderatamente d'accordo	Ne sono né l'altro	Moderatamente d'accordo	D'accordo	Me lo è d'accordo	
Male	3	2	1	0	1	2	3	Bene
Ho commesso meno errori	3	2	1	0	1	2	3	Ho commesso più errori

2.2 Come si è sentito guidando durante l'intera corsa con i comandi che ha appena provato?

(Segna una coppia di appalti e segnala con una crocetta il numero corrispondente al suo giudizio)

	Me lo è d'accordo	Abbastanza	Un po'	Ne sono né l'altro	Un po'	Abbastanza	Me lo è d'accordo	
Sicuro	3	2	1	0	1	2	3	Insicuro

### 3) Interazione con i comandi

3.1 Come si è sentito durante l'interazione con i comandi che ha appena provato?

(Segna una coppia di appalti alla volta e, per ognuno di essi, segnala con una crocetta il numero corrispondente al suo giudizio)

	Me lo è d'accordo	Abbastanza	Poco	Ne sono né l'altro	Poco	Abbastanza	Me lo è d'accordo	
Soddisfatto	3	2	1	0	1	2	3	Insoddisfatto
Libero	3	2	1	0	1	2	3	Assillato
Rilascio	3	2	1	0	1	2	3	Ritardato

3.2 Come valuta la divisione in aree tematiche (es. area telefono, area audio, area clima, area trip ecc) dei comandi che ha provato?

(Segna una coppia di appalti alla volta e, per ognuno di essi, segnala con una crocetta il numero corrispondente al suo giudizio)

	Me lo è d'accordo	Abbastanza	Moderatamente	Ne sono né l'altro	Moderatamente	Abbastanza	Me lo è d'accordo	
Intrisa	3	2	1	0	1	2	3	Complicata
Organizzata male	3	2	1	0	1	2	3	Organizzata bene
Facile da memorizzare	3	2	1	0	1	2	3	Difficile da memorizzare

# APPENDICE B

## SCHEMA COMPLETO DELLA DIVISIONE IN AREE DELL'ABITACOLO DEI CAMION

	1° livello	codifica	2° livello	codifica	3° livello	codifica
1	Pulsantiera	PU	Pulsantiera Superiore	PUS	Pulsantiera superiore parte in piano	PUSa
					Pulsantiera superiore parte sx alto	PUSb
					Pulsantiera superiore parte centrale alto	PUSc
					Pulsantiera superiore parte dx alto	PUSd
					Pulsantiera superiore parte sx basso	PUSe
					Pulsantiera superiore parte centrale basso	PUSf
			Pulsantiera superiore parte dx basso	PUSg		
			Pulsantiera Media	PUM	Pulsantiera media lato sx	PUMa
					Pulsantiera media centrale	PUMb
Pulsantiera media lato dx	PUMc					
Pulsantiera Inferiore	PUI	Pulsantiera inferiore striscia alto	PUIa			
		Pulsantiera inferiore striscia basso	PUIb			
2	Triangolo tra pulsantiera e volante	TRI	Triangolo Superiore parte in piano	TR1a	no	no
			Triangolo Medio	TR1b	no	no
			Triangolo inferiore	TR1c	no	no
3	Cupolotti	CU	Cupolotto sx	Cua	no	no
			Cupolotto centrale e parte in piano	Cub	no	no
			Cupolotto dx	Cuc	no	no
4	Volante	V	Comandi su retro del volante sx	V-a	no	no
			Comandi a volante su razza sx	Va	no	no
			Comandi a volante su coperchio a sx	Vb	no	no
			Comandi a volante su coperchio a dx	Vc	no	no
			Comandi a volante su razza dx	Vd	no	no
			Comandi su retro del volante dx	V-b	no	no
5	Leve devio	D	Leva devio sx	Ds	no	no
			Leva devio dx	Ddx	no	no
6	Plancette	PL	Plancette zona inferiore cluster sx	PLa	no	no
			Plancette zona inferiore cluster dx	PLb	no	no
7	Piantone Volante	PV	no	no	no	no
8	Sedile	S	Schienale lato sx	Sa	no	no
			Seduta lato sx	Sb	no	no
			Seduta anteriore	Sc	no	no
			Seduta lato dx	Sd	no	no
			Schienale lato dx	Se	no	no
9	Pannello porta	PP	Portiera sx	PP	no	no
			Portiera dx	PPdx	no	no
10	Telecomandi	TE	Telecomando con filo a sx del sedile in basso	TE1	no	no
			Telecomando senza fili	TE2	no	no
11	Traversa	TRA	Zona vano traversa sx	TRaA	no	no
			Zona vano traversa dx	TRaB	no	no
			Zona dx della traversa	TRAdx	no	no
			Comando direttamente sulle luci	su_luce	no	no
12	Bracciolo	BR	no	no	no	no
13	Pavimento	PA	Pavimento a sx del sedile	PAa	no	no
			Pavimento anteriormente al sedile	PAb	no	no
			Pavimento nel tunnel a dx del sedile	PAc	no	no
14	Zona notte	N	Parete laterale	NL	Parete notte laterale lato guida superiore	NLa
					Parete notte laterale lato guida inferiore	NLb
					Parete notte laterale lato passeggero	NLc
		Parete retro	NR	Parete retro lato guida superiore	NRa	
				Parete retro lato passeggero	NRb	
				Parete retro lato guida inferiore	NRc	
		Panca	NP	Panca lato guida	NPa	
Panca lato passeggero	NPb					

## RINGRAZIAMENTI

Una delle parti più difficili quando si scrive una tesi, è sempre la parte che riguarda i ringraziamenti. La paura, almeno per quanto mi riguarda, è di dimenticare qualcuno, e sono sicuro che succederà.

Questo perché le persone che desidero ringraziare sono molte, tanti in un modo o nell'altro hanno contribuito ad accompagnarmi attraverso questo percorso, bello, stimolante, ma anche pieno di insidie e di difficoltà.

Devo innanzitutto ringraziare il mio tutor, il professore Walter Gerbino per i preziosi consigli e il supporto avuto, credo che il suo contributo sia stato fondamentale per la mia crescita, a prescindere da questa tesi.

Un ringraziamento particolare va riservato anche ai colleghi del Centro Ricerche Fiat per i meravigliosi due anni e mezzo trascorsi, in particolare tutti quelli del gruppo di ergonomia cognitiva. Grazie quindi ad Antonella, Amon, Claudio, Cristina, Elisabetta, Mirella, Manola. Non solo colleghi, ma anche e soprattutto amici.

Grazie a tutti gli amici, quelli veri, che in un modo o nell'altro mi sono stati vicini. Loro sanno chi sono.

Tra questi amici, devo dedicare un ringraziamento speciale ad Elena, per avermi punzecchiato e incitato nelle fasi finali di scrittura della tesi, anche da Edinburgo.

Grazie a Francesco, per il prezioso supporto psicologico e le fondamentali pause caffè, per rinfrancare il corpo e lo spirito.

Grazie anche agli altri compagni del secondo piano, soprattutto ai miei compagni di stanza Carlo, Sara e Sabrina.

Devo citare anche il mio collega (e amico) Emanuel, credo che ci siamo supportati a vicenda.

E grazie ai miei genitori, per tutto.