

# SYLLABUS

## [W002132] - APPROCCI E SISTEMI DI INTERFACCIAMENTO PER I VIDEOGAME E LA REALTA' VIRTUALE

---

### **CRESCENZO PEPE**

Lingua di erogazione: ITALIANO

Laurea - [IT14] INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE PER VIDEOGAME E REALTÀ VIRTUALE

Dipartimento: [040040] Dipartimento Ingegneria dell'Informazione

Anno di corso: 2 - Secondo Semestre

**Anno offerta: 2023-2024**

Anno regolamento: 2022-2023

Obbligatorio

Crediti: 9

Ore di lezione: 72

Tipologia: B - Caratterizzante

Settore disciplinare: ING-INF/04 - AUTOMATICA

### **LINGUA INSEGNAMENTO**

Italiano

### **PREREQUISITI**

Conoscenze di programmazione e informatiche di base.

# SYLLABUS

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DEL CORSO**

Lezioni teoriche: 56 ore

Esercitazioni: 16 ore

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenze e comprensione.**

L'insegnamento si pone l'obiettivo di fornire conoscenze e capacità di comprensione su sistemi di interfacciamento uomo-macchina. In dettaglio, lo studente acquisirà:

- le conoscenze di base della sensoristica e dell'attuazione;
- le conoscenze delle principali tecnologie e dispositivi di interfacciamento uomo-macchina;
- le conoscenze relative ai principi e alle linee guida per l'usabilità;
- la capacità di comprendere le problematiche legate all'interazione uomo-macchina.

### **Capacità di applicare conoscenze e comprensione.**

Le conoscenze e le capacità di comprensione acquisite permetteranno allo studente di:

- trattare segnali sensoriali ai fini del loro utilizzo in interfacce uomo-macchina;
- selezionare le tecnologie di interfacciamento uomo-macchina per l'elaborazione del linguaggio naturale, per il riconoscimento dei gesti e delle emozioni e dell'attività neurale;
- sviluppare applicazioni per la realizzazione di interfacce uomo-macchina.

Le competenze sviluppate andranno ad integrare quelle acquisite negli altri insegnamenti al fine di permettere la progettazione di sistemi di interfacciamento uomo-macchina per i videogame e l'extended reality.

# SYLLABUS

## **Competenze trasversali.**

L'insegnamento prevede approfondimenti sotto forma di esercitazioni, casi di studio e progetti che gli studenti possono svolgere in preparazione all'esame. Tali approfondimenti permetteranno allo studente di sviluppare autonomia di giudizio mediante un'analisi critica e autonoma di dati e/o situazioni problematiche provenienti dal mondo reale. L'approfondimento progettuale, inoltre, prevede il lavoro di gruppo e la stesura di una relazione, e contribuirà così a migliorare nello studente anche la capacità comunicativa e di lavoro in team.

## **PROGRAMMA**

Lezioni teoriche (56 ore)

I principali argomenti dell'insegnamento sono di seguito elencati:

- elementi di sensoristica e attuazione
- tecnologie e dispositivi di interfacciamento-uomo macchina
  - tecnologie tattili
  - tecnologie aptiche
  - interfacce vocali
  - interfacce indossabili
  - visione artificiale
  - interfacce cervello-macchina
- principi e linee guida per l'usabilità

Esercitazioni (16 ore)

- casi di studio riguardanti interfacce uomo-macchina

# SYLLABUS

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'ESAME**

### **Modalità di valutazione dell'apprendimento.**

La valutazione avviene tramite una prova progettuale e una prova orale. La prova progettuale consiste nel lavorare in gruppo per risolvere un problema relativo all'interfacciamento uomo-macchina e scrivere una relazione da discutere prima della prova orale. La prova orale consiste nel rispondere a domande sui contenuti dell'insegnamento.

### **Criteri di valutazione dell'apprendimento.**

Per superare con esito positivo l'esame, le studentesse e gli studenti devono dimostrare, sia attraverso la prova progettuale sia attraverso la prova orale, di aver acquisito le conoscenze e le competenze di base per

- selezionare ed integrare dispositivi di interfacciamento uomo-macchina in applicazioni per:
  - per l'elaborazione del linguaggio naturale;
  - per il riconoscimento dei gesti e delle emozioni;
  - per l'interpretazione dell'attività neurale
- progettare e sviluppare soluzioni di interfacciamento uomo-macchina;
- analizzare un sistema di interfacciamento uomo-macchina in termini di usabilità, accettabilità e accessibilità.

La valutazione massima viene conseguita dimostrando una conoscenza approfondita, una completa padronanza del linguaggio tecnico e formale e una capacità di analisi e risoluzione dei problemi critica e autonoma.

### **Criteri di misurazione dell'apprendimento.**

L'attribuzione del voto finale è in trentesimi, con eventuale lode, sulla base delle conoscenze e capacità dimostrate dalle studentesse e dagli studenti e misurate tramite la prova progettuale e la prova orale.

# SYLLABUS

## **Criteri di attribuzione del voto finale.**

La prova progettuale è svolta in gruppo e si conclude con la stesura di una relazione da presentare prima della prova orale. La prova orale consiste nel rispondere a domande sui contenuti dell'insegnamento. La prova progettuale e la prova orale hanno lo stesso peso. Il voto finale è costituito dalla media dei punteggi delle due prove. Affinché l'esito complessivo della valutazione sia positivo, le studentesse e gli studenti devono conseguire almeno 18 punti (su 30) sia nella prova progettuale sia nella prova orale. La lode è attribuita alle studentesse e agli studenti che, avendo conseguito la valutazione massima, abbiano dimostrato la completa padronanza della materia.

## **TESTI CONSIGLIATI**

Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Maxine Cohen, Steven Jacobs, Niklas Elmqvist, and Nicholas Diakopoulos (2017). Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (6th Edition - Global Edition). Pearson. ISBN 10: 1-292-15391-1

Kraiss, K. -F. (2006). Advanced Man-Machine Interaction: Fundamentals and Implementation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN-10: 3-540-30618-8

Materiale didattico disponibile sul sito <https://learn.univpm.it/>

# ALCUNE INFORMAZIONI

Riferimenti del docente:

- Email istituzionale: c.pepe@univpm.it
- Ricevimento: previo appuntamento via mail
- Ufficio: Q170\_041
- Pagina istituzionale: <https://dii.univpm.it/crescenzo-pepe/>



# ALCUNE INFORMAZIONI

Appelli 2024:

Periodo iscrizioni (Dal - Al)	Date e ora del turno
12/06/2024- 25/06/2024	<u>26/06/2024 - 09:30</u>
02/07/2024- 15/07/2024	<u>16/07/2024 - 09:30</u>
26/08/2024- 08/09/2024	<u>09/09/2024 - 09:30</u>
17/09/2024- 30/09/2024	<u>01/10/2024 - 09:30</u>
09/10/2024- 22/10/2024	<u>23/10/2024 - 09:30</u>
30/10/2024- 12/11/2024	<u>13/11/2024 - 09:30</u>
20/11/2024- 03/12/2024	<u>04/12/2024 - 09:30</u>

# ALCUNE INFORMAZIONI

Linee guida iniziali per lo sviluppo del progetto:

- Ogni gruppo può essere formato da 1, 2 o 3 persone.
- Comunicare via email al docente la formazione dei gruppi. Nota: in ogni comunicazione relativa al gruppo mettere sempre in copia tutti i componenti del gruppo (email istituzionale).
- Installare l'applicativo Matlab 2023b (<https://www.ict.univpm.it/node/237>).



# INTRODUZIONE

Il modo in cui l'uomo interagisce con le macchine è cambiato radicalmente negli ultimi anni.

Grazie agli sviluppi delle tecnologie software e hardware, sono apparsi sul mercato nuovi dispositivi mai immaginati fino a qualche anno fa.

Non ci sono apparentemente limiti alle funzionalità dei personal computer o delle apparecchiature di telecomunicazione.

I sistemi intelligenti per la gestione del traffico promettono livelli di sicurezza non noti in precedenza.

La cooperazione tra le persone che lavorano nelle fabbriche e l'automazione intelligente è in corso di sviluppo nella produzione industriale.

Ad oggi, la telepresenza e le teleoperazioni nello spazio e sott'acqua sono possibili.

I robot mobili forniscono servizi a lavoro e a casa.

# INTRODUZIONE

Molti individui hanno sperimentato piccole o grandi catastrofi nell'uso del computer per lavoro o in privato.

Gli anziani e le persone con esigenze particolari spesso si astengono del tutto dall'uso della tecnologia moderna.

Alcune statistiche di qualche anno fa indicano che nei sistemi di trasporto almeno due incidenti su tre sono causati da errori umani.

In questa condizione, la progettazione dell'interfaccia uomo-macchina è ampiamente riconosciuta come una sfida importante. Alcune delle tecnologie abilitanti riguardo all'interfaccia uomo-macchina sono:

- interazione multimodale mediante mimica, gesti e parole;
- biometria basata su video;
- interazione in realtà virtuale;
- interazione con i robot;
- assistenza agli utenti.

# INTRODUZIONE

La vita nelle società moderne si basa su sistemi e servizi intelligenti che supportano le nostre esigenze di collaborazione e comunicazione come esseri umani.

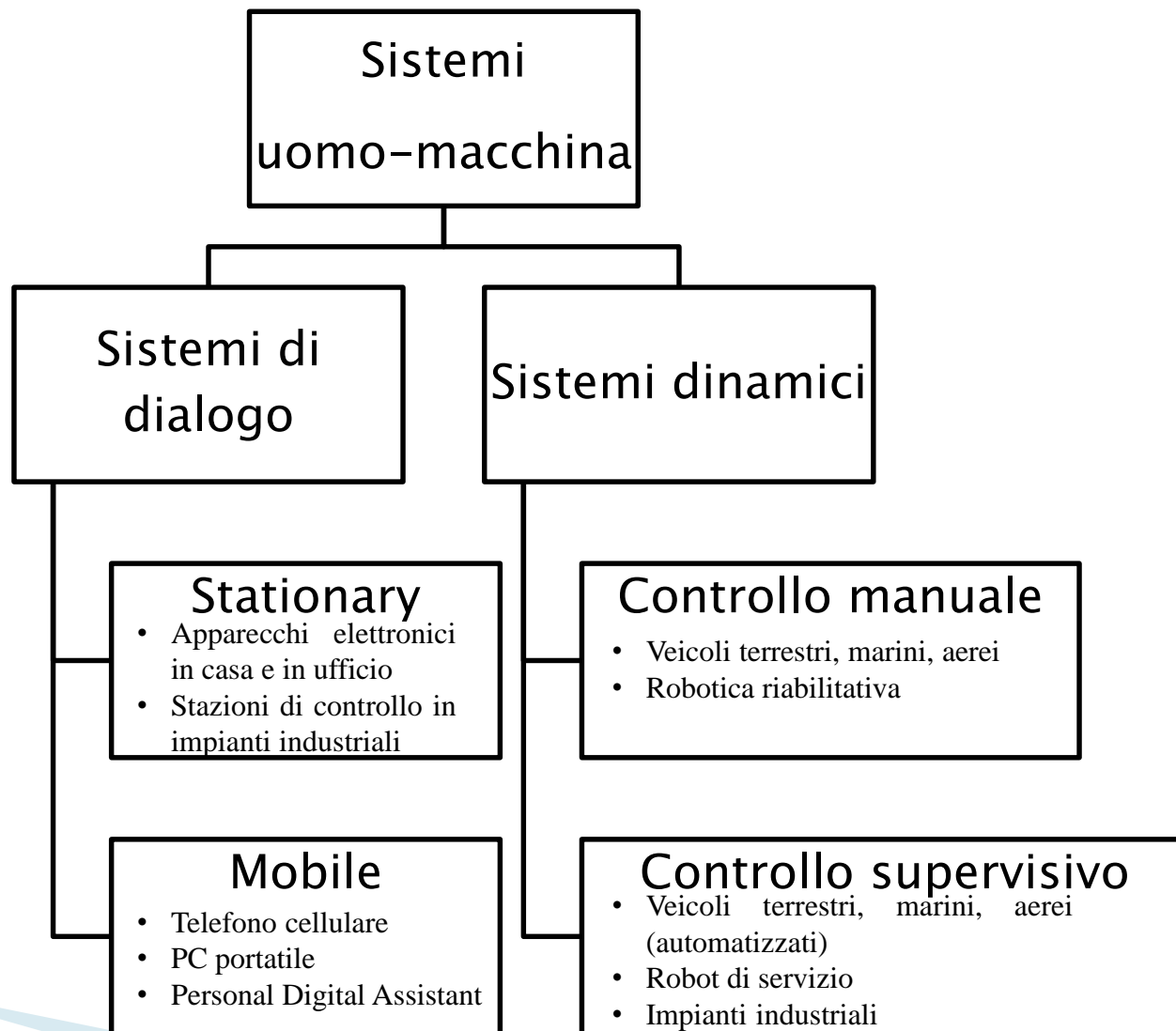
Gli sviluppi nelle tecnologie software e hardware, come ad esempio la microelettronica, la mecatronica, la tecnologia del linguaggio, la linguistica informatica, la visione artificiale e l'intelligenza artificiale, sono alla base di nuove applicazioni per il lavoro, il tempo libero e la mobilità.

L'interazione uomo-macchina, onnipresente nella vita umana, è anch'essa guidata dalla tecnologia. L'interazione uomo-macchina è la porta d'accesso alle funzioni e ai servizi che, a causa della crescente complessità, rischia di trasformarsi in un collo di bottiglia. Poiché per l'utente l'interfaccia è il prodotto, la progettazione dell'interfaccia è una tecnologia chiave che di conseguenza è oggetto di ricerca a livello nazionale e internazionale.

Le interfacce ai sistemi intelligenti sfruttano le tecnologie avanzate dei sistemi stessi. È quindi importante analizzare non solo i concetti di progettazione delle interfacce, ma anche le tecnologie delle interfacce.

# INTRODUZIONE

## *Alcune aree di applicazione dell'interazione uomo-macchina*



# INTRODUZIONE

## *Alcune aree di applicazione dell'interazione uomo-macchina*

I sistemi di dialogo comprendono piccole apparecchiature per singoli utenti come telefoni cellulari, Personal Digital Assistant e personal computer, ma anche sistemi multiutente come stazioni di controllo di impianti o call center. Tutti questi sistemi richiedono azioni distinte da parte dell'utente, ad esempio con la tastiera o il mouse, sia in modalità statica che mobile.

I sistemi dinamici comprendono ad esempio robot e veicoli terrestri, aerei o marini. Si sono affermati anche i robot per la riabilitazione, che forniscono assistenza e ripristino del movimento per persone con disabilità. Tutti questi sistemi possono inserire l'utente in un loop di controllo e richiedono continui input di controllo manuale. Poiché i sistemi dinamici stanno diventando sempre più complessi, le funzioni tendono ad essere automatizzate in parte o del tutto. Tale automatizzazione toglie l'operatore dal loop di controllo e gli assegna compiti di supervisione, oppure propone la cooperazione con le macchine attraverso la condivisione dei compiti. Questi approcci sono molto utilizzati ad esempio negli impianti industriali.

# INTRODUZIONE

## *Alcune aree di applicazione dell'interazione uomo-macchina*

Attualmente l'automazione intelligente, implementata nel mondo reale, ha fatto grandi progressi, ad esempio nella gestione del traffico stradale. In tale ambito sono state sviluppate numerose funzionalità di assistenza alla guida, le quali richiedono interazione con il guidatore.

Inoltre sono stati progettati robot di servizio i quali svolgono la funzione di accompagnatori o assistenti domestici. Sebbene siano dotati di un'intelligenza che consente di operare in modo ampiamente autonomo, hanno comunque bisogno della supervisione umana e di interventi occasionali.

La classificazione e caratterizzazione proposta nello schema (si vedano le slide precedenti) si presenta molto raramente in forma rigida. Molti sistemi sono composti in un modo o nell'altro e richiedono azioni di dialogo, controllo manuale e controllo supervisivo allo stesso tempo. Un esempio emblematico è rappresentato dagli aerei di linea, dove l'equipaggio della cabina di comando esegue tutte queste azioni in sequenza o, a volte, in parallelo.

# INTRODUZIONE

## *Alcuni obiettivi di progetto per sistemi uomo-macchina*

Affinché l'interazione tra uomo e macchina si svolga senza problemi, l'interfaccia tra essi deve essere progettata in modo adeguato. Purtroppo non esistono indicatori precisi e univoci per valutare la qualità del servizio.

Dal punto di vista dell'utente, gli obiettivi generali da raggiungere sono:

- usabilità (usability);
- sicurezza nell'utilizzo (safety of use);
- assenza di errori (freedom of error).

L'usabilità descrive in che misura un prodotto può essere utilizzato in modo efficace (effectively), efficiente (efficiently) e soddisfacente (with satisfaction), secondo la definizione della norma DIN EN ISO 9241. In questa definizione l'efficacia descrive l'accuratezza e la completezza con cui un utente può raggiungere i suoi obiettivi. Per efficienza si intende lo sforzo necessario per lavorare efficacemente, mentre la soddisfazione è una misura dell'accettazione da parte dell'utente.

**ISO:** the International Organization for Standardization ([www.iso.org](http://www.iso.org)). L'ISO è un'organizzazione internazionale indipendente e non governativa. Riunisce esperti mondiali per concordare i metodi migliori per svolgere le attività, dalla fabbricazione dei prodotti alla gestione dei processi. La missione dell'ISO è rendere la vita più facile, più sicura e migliore - per tutti, ovunque.



# INTRODUZIONE

## *Alcuni obiettivi di progetto per sistemi uomo-macchina*

L'usabilità descrive in che misura un prodotto può essere utilizzato in modo efficace (effectively), efficiente (efficiently) e soddisfacente (with satisfaction), secondo la definizione della norma DIN EN ISO 9241. In questa definizione l'efficacia descrive l'accuratezza e la completezza con cui un utente può raggiungere i suoi obiettivi. Per efficienza si intende lo sforzo necessario per lavorare efficacemente, mentre la soddisfazione è una misura dell'accettazione da parte dell'utente.

La progettazione di interfacce con aspetti edonistici che garantiscano la soddisfazione dell'uso è già evidente nelle console per videogiochi e nei lettori musicali, ma interessa anche altri ambiti, come ad esempio l'industria automobilistica (automotive). L'industria automobilistica pubblicizza i prodotti con slogan che recitano, ad esempio, la soddisfazione alla guida.

# INTRODUZIONE

## *Alcuni obiettivi di progetto per sistemi uomo-macchina*

Il concetto di sicurezza nell'utilizzo è complementare all'usabilità. Descrive fino a che punto un prodotto è comprensibile (understandable), prevedibile (predictable), controllabile (controllable) e robusto (robust).

La comprensibilità implica che le funzioni del sistema siano comprese dall'utente.

La prevedibilità descrive in che misura l'utente è consapevole dei limiti del sistema.

La controllabilità indica se le funzionalità del sistema possono essere disabilitate o sovrascritte a discrezione dell'utente.

La robustezza descrive il modo in cui un sistema reagisce alle conseguenze imprevedibili di alcuni gruppi di rischio, dovute ad esempio al test dei limiti del sistema. Nel caso dell'industria automobilistica, i limiti del sistema possono essere rappresentati dal guidare a velocità troppo elevate.

# INTRODUZIONE

## *Alcuni obiettivi di progetto per sistemi uomo-macchina*

L'assenza di errori è un terzo obiettivo della progettazione delle interfacce, poiché un prodotto privo di errori soddisfa i requisiti di affidabilità. In tal modo si possono evitare richieste di risarcimento da parte dell'utente.

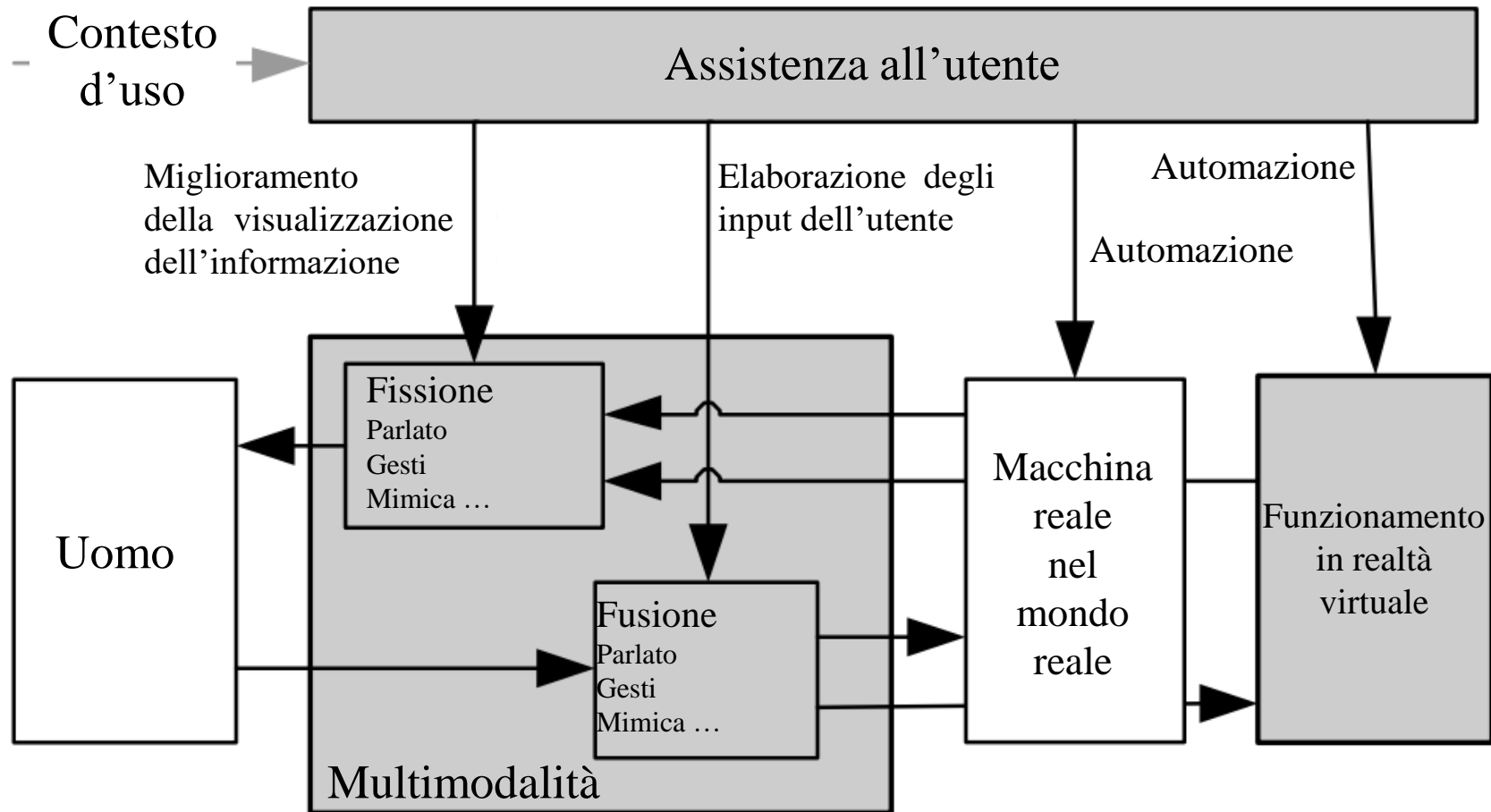
L'assenza di errori richiede che un'interfaccia soddisfi le aspettative di protezione dell'utente, che possono essere basate su manuali, istruzioni, avvisi o pubblicità.

I bug sono errori di progettazione dovuti a un'inadeguata considerazione di tutte le possibili modalità di utilizzo e di abuso. Altre fonti di malfunzionamento sono gli errori di formazione dovuti a manuali incompleti o confusi, o a informazioni di marketing errate.

È importante sottolineare che un prodotto è legalmente considerato difettoso se non soddisfa le aspettative dell'utente meno informato. Un requisito del genere può essere estremamente difficile da soddisfare: questo contesto legale impedisce l'introduzione di funzioni più avanzate con possibili conseguenze pericolose.

# INTRODUZIONE

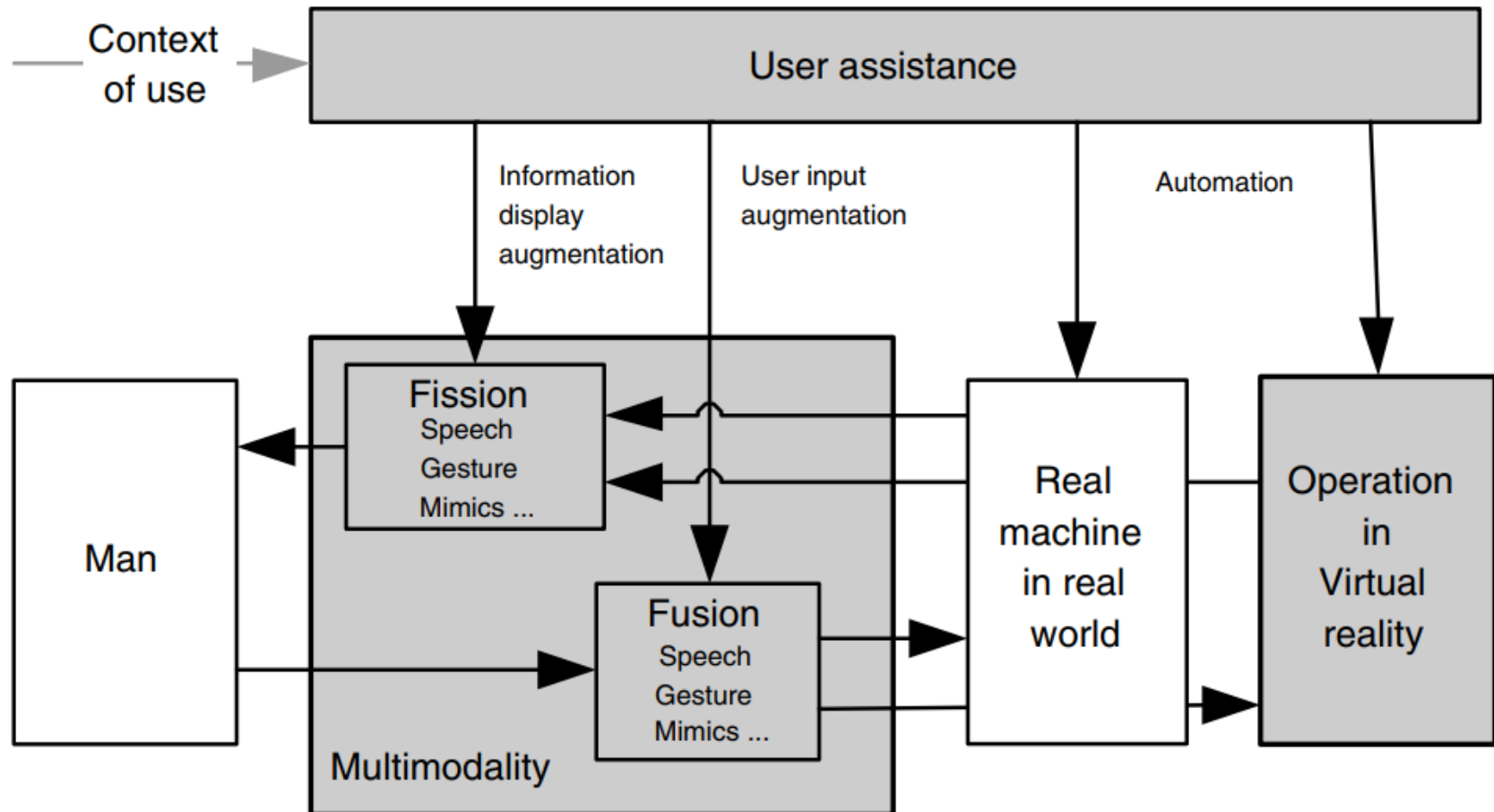
## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*



Blocchi bianchi: schema base della MMI (Man-Machine Interaction)

# INTRODUZIONE

## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*



Blocchi bianchi: schema base della MMI (Man-Machine Interaction)

# INTRODUZIONE

## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*

Nello schema base della MMI, il termine macchina può indicare ad esempio un dispositivo, un veicolo, un robot, un simulatore o un processo.

L'uomo e la macchina sono interconnessi attraverso due canali unidirezionali, uno dei quali trasmette all'utente le informazioni generate dalla macchina, mentre l'altro fornisce gli input dell'utente in direzione opposta. L'interazione avviene con una macchina reale nel mondo reale.

Esistono approcci differenti che consentono di migliorare significativamente la qualità della MMI, la quale diventa quindi una MMI avanzata. Esempi di tali approcci sono (si vedano i blocchi grigi nello schema delle due slide precedenti):

- multimodalità;
- funzionamento in realtà virtuale;
- assistenza all'utente.

# INTRODUZIONE

## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*

La multimodalità è onnipresente nella comunicazione umana. Gesticoliamo e cambiamo espressione mentre parliamo; ciò può accadere anche mentre parliamo al telefono, quando l'interlocutore non può vederlo. Annuiamo o scuotiamo la testa o cambiamo la posizione della testa per indicare accordo o disaccordo. Segnaliamo anche l'attenzione con un linguaggio del corpo adeguato, ad esempio girandoci verso l'interlocutore. In questo modo, la conversazione diventa comoda, intuitiva e solida.

È proprio la mancanza di multimodalità il motivo per cui le interfacce spesso non risultano adeguate. L'obiettivo di una progettazione avanzata delle interfacce è quindi quello di utilizzare diverse modalità. Esempi di modalità applicabili alle interfacce sono la mimica, i gesti, la postura del corpo, il movimento, le parole e il tatto. Tali modalità possono essere utilizzate sia per la visualizzazione delle informazioni sia per l'immissione di input da parte dell'utente; a volte esse possono essere utilizzate anche per entrambi gli scopi. La combinazione di differenti modalità per l'input viene definita fusione multimodale, mentre la combinazione di modalità diverse per la visualizzazione delle informazioni viene definita fissione multimodale.



# INTRODUZIONE

## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*

Per la fissione le modalità devono essere generate, ad esempio attraverso la sintesi vocale o la realizzazione di avatar in grado di gesticolare.

La fusione richiede il riconoscimento automatico di azioni umane multimodali. Il riconoscimento vocale è disponibile per l'uso pratico da molti anni. L'interesse per il riconoscimento dei gesti e della mimica è più recente. I primi tentativi di registrare la mimica e i gesti in tempo reale in laboratorio e negli studi cinematografici hanno comportato l'utilizzo di metodi invasivi con marker calibrati e telecamere multiple. Più recentemente il riconoscimento basato su video ha raggiunto un livello accettabile di prestazioni in contesti fuori dal laboratorio. Gesti, mimica, posizione della testa, direzione dello sguardo e postura del corpo possono ora essere riconosciuti sulla base di registrazioni video in tempo reale, anche in condizioni sfavorevoli nel mondo reale. Le persone possono anche essere tracciate o localizzate in luoghi pubblici. Le emozioni derivate dalla fusione di parola, gesti e mimica hanno aperto la porta a un'interazione emotiva che può essere ampiamente sfruttata.

# INTRODUZIONE

## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*

La seconda colonna su cui poggia il miglioramento dell'interfaccia è la realtà virtuale (virtual reality), che fornisce mezzi adeguati di simulazione interattiva 3D, consentendo così vari approcci innovativi per l'interazione. La realtà virtuale consente, ad esempio, di utilizzare macchine virtuali in ambienti virtuali come i simulatori di volo. Può anche essere utilizzata per generare interfacce virtuali. Fornendo canali di informazione multimodali adeguati, ad esempio, si ottiene una telepresenza realistica che permette di teleoperare in mondi che non sono fisicamente accessibili a causa della distanza o della scala (ad esempio, applicazioni spaziali o micro e nano mondi).

Nei sistemi master-slave l'operatore agisce di solito su una macchina reale locale e le azioni vengono ripetute da una macchina remota. Con la realtà virtuale la macchina locale può essere sostituita da una simulazione.

La realtà virtuale ha un ruolo importante anche per la sperimentazione, il collaudo e l'addestramento dei robot: le azioni dei robot possono essere programmate e testate all'interno di una simulazione su un sistema locale prima di essere trasferite ed eseguite in un ambiente remoto, pericoloso e costoso.

# INTRODUZIONE

## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*

L'interazione può essere ulteriormente migliorata utilizzando la realtà aumentata (augmented reality) o mista (mixed reality), in cui le informazioni possono essere presentate in modo non invasivo su display montati sulla testa (head-mounted display, HMD) come sovrapposizione a mondi virtuali o reali.

Oltre alla multimodalità e alla realtà virtuale, il concetto di assistenza all'utente è un terzo ingrediente importante. Si pensi, ad esempio, al fatto che i dirigenti d'azienda spesso si avvalgono di uno staff di assistenti personali per portare a termine il loro lavoro. In base alla familiarità con il contesto di un determinato compito, cioè ad esempio lo scopo e i vincoli di una transazione commerciale, un assistente qualificato è in grado di fornire le informazioni corrette in modo tempestivo, riducendo così il carico di lavoro del dirigente e migliorando la qualità del lavoro.

# INTRODUZIONE

## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*

Nell'interazione uomo-macchina il contesto del compito (context of task) si trasforma in contesto d'uso (context of use), che può essere caratterizzato dallo stato dell'utente, dallo stato del sistema e dalla situazione.

L'interazione uomo-macchina tradizionale non sfrutta il potenziale fornito dal contesto d'uso. Né le caratteristiche dell'utente né le condizioni di funzionamento sono rese esplicite per supportare l'interazione; la conoscenza del contesto risiede solo nell'utente. Tuttavia, se il contesto d'uso fosse reso esplicito, si potrebbe fornire all'utente un'assistenza simile a quella offerta al dirigente dal suo assistente personale. Pertanto, la conoscenza del contesto d'uso è la chiave per sfruttare l'adattabilità dell'interfaccia.

# INTRODUZIONE

## *Interazione uomo-macchina: alcuni concetti*

Come indicato nello schema delle slide precedenti, l'assistenza può potenziare l'interazione in tre modalità:

- la visualizzazione delle informazioni può essere migliorata, ad esempio fornendo informazioni in maniera tempestiva e codificate nella modalità più adatta;
- gli input dell'utente possono essere aumentati, modificati o addirittura rimossi a seconda dei casi;
- (solo per sistemi dinamici) le funzioni del sistema possono essere automatizzate in modo permanente o temporaneo.

Una macchina assistita secondo le modalità appena descritte dovrebbe apparire all'utente più semplice da utilizzare di quanto non sia in realtà. Inoltre, sarà più piacevole da usare e con meno possibilità di errori. Infine, il processo di apprendimento dell'utilizzo da parte dell'utente sarà più agevole.

## *Riferimenti Bibliografici*

- [1] Kraiss, K. -F. (2006). Advanced Man-Machine Interaction: Fundamentals and Implementation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN-10: 3-540-30618-8