

Analisi e specifiche per il supporto di dispositivi speciali per i disabili

Survey

Nel presente documento si riassumono i contenuti del deliverable **"D4.3_1 Analisi e specifiche per il supporto di dispositivi speciali per i disabili"** relativo all'attività *RI 4.3 Metodi di ottimizzazione degli approcci ergonomici e delle tecnologie correlate*, nell'ambito del quarto Obiettivo Realizzativo (OR 4) "Studio di interfacce multimodali avanzate e dispositivi speciali per i disabili".

Nel documento sono riportati i risultati delle attività di ricerca svolte in SAPI riguardanti lo studio di sistemi di tracciamento oculare "eye-tracking". Con il termine eye-tracking si intende, nell'accezione più comune, la capacità di ricavare informazioni sull'occhio ed i suoi movimenti. Per fare ciò sono necessari dispositivi hardware in grado di acquisire i dati e software in grado di elaborarli nel miglior modo possibile. Rispetto alla possibilità di registrare le posizioni irregolari utilizzando un semplice mouse o di chiedere dopo un test ai soggetti se si ricordano una particolare informazione, è più facile desumere dai dati estrapolati dalle sessioni di eye-tracking informazioni assai più preziose di quelle ottenute dai test adottati abitualmente.

Secondo recenti analisi gli ambiti di maggior utilizzo degli eye tracker sono i seguenti:

- scienze cognitive (test sulle aree di interesse, misurazione livello di attenzione, ...)
- disabilità motorie e visive
- domotica
- medicina

L'eye-tracking applicato alla progettazione di ambienti web permette di tracciare con precisione la user experience dell'utente, registrando con assoluta affidabilità le aree (parole, grafica, spazi, geometrie ecc.), i tempi e la successione degli spostamenti di ciò che viene osservato dall'utente durante l'interazione con una pagina web.

Analizzando le registrazioni di sessioni di eye-tracking è possibile ottenere delle elaborazioni grafiche come mappe termiche, percorsi temporali, sovrapposizioni multi-utente, che consentono di individuare facilmente le criticità di un'interfaccia web e di disporre di una serie di dati misurati scientificamente, studiando i quali si possono confermare o confutare ipotesi di lavoro maturate grazie a intuizioni empiriche. Nel caso di SAPI attraverso l'utilizzo di un eye-tracking si vuole capire dove si posa e come fluisce istante dopo istante l'attenzione dell'utente su un'interfaccia web. Si determineranno così sia le zone dove è concentrata l'attenzione dell'utente sia le zone in cui si sono identificate maggiori difficoltà di interazione. Dall'analisi dei risultati ottenuti si potranno desumere informazioni utili per l'evoluzione del modello dell'utente e, di conseguenza, adottare soluzioni alternative per la presentazione delle informazioni (per esempio, nel caso in cui si rilevasse che l'utente si sia

soffermato un tempo oltre una soglia media, si adatterà come soluzione alternativa per presentargli le informazioni il canale audio).

I sistemi di eye tracking possono essere classificati in base al metodo utilizzato per rilevare i movimenti della pupilla (sensore ottico o elettrodi) e in base al fatto che siano indossabili o meno. Gli eye tracker più diffusi utilizzano per rilevare il movimento della pupilla la tecnica della videoculografia (VOG): una telecamera riprende l'occhio utilizzando un sensore sensibile all'infrarosso o alla luce visibile. L'utilizzo dell'infrarosso è una soluzione costosa; infatti oltre ad un illuminatore infrarosso si deve utilizzare un sensore sensibile alla radiazione infrarossa che fa levitare il costo dell'apparato. Altra tecnica, sicuramente meno costosa, è quella che utilizza la luce visibile. Essa è anche la tecnica più semplice perchè permette di tracciare i movimenti oculari con una semplice videocamera o, addirittura, con una webcam. Il costo è ridotto ma la precisione di un eye tracker di questo tipo è molto inferiore rispetto ad un eye tracker infrarosso. Vi è anche un ulteriore gruppo di eye tracker, ovvero quelli basati sull'elettrooculogramma (EOG). Questa tecnica permette di rilevare i movimenti della pupilla misurando, con alcuni elettrodi, il potenziale elettrico in un'area vicina all'occhio. Una ulteriore distinzione, come detto, si basa sul fatto che tali sistemi siano indossabili o meno. I sistemi non indossabili non sono invasivi ma hanno un grande problema rappresentato dal fatto che l'utente deve mantenere l'occhio all'interno del campo visivo del sensore. Naturalmente si può ovviare a questo problema utilizzando più telecamere a raggi infrarossi permettendo, così, una grande libertà di movimento, ma il costo del sistema lievita ulteriormente. Un'altra soluzione al problema consiste nell'inquadrare interamente il viso dell'utente e compensare in qualche modo i movimenti del capo. Si dovrebbe perciò tracciare il movimento della testa dell'utente per eliminare il movimento apparente dell'occhio.

I sistemi indossabili, invece, non sono soggetti ad errori dovuti al movimento della testa. Infatti il sensore essendo montato su occhiali non cambia posizione rispetto all'occhio; questi sistemi possono però intralciare i movimenti perchè normalmente vi è un cavo di collegamento con il computer.

Infine una ulteriore suddivisione dei tipi di tracciamento è quella che fa riferimento alle caratteristiche critiche (latenza, rumore, instabilità ed accuratezza) e alle tecnologie utilizzate (e quindi tracking meccanico, magnetico, acustico, ecc ...).

Gli studi con eye-tracking si basano su un'ipotesi detta "eye-mind": secondo questa teoria ci sarebbe una corrispondenza diretta fra la posizione dello sguardo di un utente e il punto in cui è diretta la sua attenzione. In altre parole, i movimenti oculari possono rivelare in modo dinamico dove è diretta l'attenzione di un soggetto; infatti, secondo diversi studi, è possibile spostare l'attenzione senza muovere lo sguardo ma non è possibile spostare lo sguardo senza cambiare il centro di interesse. In particolare, le fissazioni ci possono mostrare per quanto tempo un determinato oggetto fissato viene elaborato dal cervello. Quindi, registrando i movimenti oculari possiamo indagare i processi cognitivi di un soggetto e scoprire cosa egli trovi interessante, importante o poco chiaro. Le fissazioni rappresentano il tempo di elaborazione dell'oggetto fissato; in uno studio di usabilità la durata di una fissazione può essere interpretata in modi differenti: ad esempio, una lunga fissazione potrebbe indicare che l'oggetto fissato, come ad esempio l'etichetta di un menù, è di difficile comprensione, oppure che ciò che viene fissato è di particolare interesse, come ad esempio un'immagine; quindi, per interpretare le fissazioni nel giusto modo bisogna sempre tenere presente cosa è stato chiesto all'utente di fare: se all'utente è stato chiesto di identificare un link e le etichette del menù vengono fissate molto a lungo, probabilmente questo significa

che l'elemento non è di facile individuazione. Per quanto riguarda le fissazioni, i parametri che possiamo andare a rilevare sono:

- numero totale di fissazioni: ad esempio, un maggior numero di fissazioni indica una ricerca meno efficiente;
- numero di fissazioni per area di interesse: ad esempio un maggior numero di fissazioni in una determinata area può indicare che questa esercita una maggiore attrattiva o è ritenuta più significativa dall'utente;
- durata della fissazione: può indicare una scarsa comprensione dell'oggetto o una forza attrattiva di quest'ultimo;
- gaze: è una misura che indica la somma della durata delle fissazioni in una determinata area, e può essere usato per rilevare la distribuzione dell'attenzione su diverse aree;
- densità spaziale delle fissazioni: ad esempio, in un compito di ricerca, più le fissazioni sono concentrate in una determinata area più la strategia di ricerca è efficiente;
- tempo trascorso fino alla prima fissazione su di un obiettivo dall'inizio della registrazione: meno tempo trascorre fino alla prima fissazione su un target, più questo è identificabile facilmente.
- percentuale di utenti che fissano un'area target: se la percentuale di utenti che fissa un'area ritenuta importante è bassa, questo significa che deve essere riprogettata o evidenziata in altro modo.

Inoltre durante i movimenti saccadici (ovvero i movimenti tramite cui gli occhi spostano il centro di interesse saltando da un elemento ad un altro) l'elaborazione delle informazioni viene sospesa, e quindi misurare le saccadi non può essere utile per giudicare la complessità o l'attrattiva di un oggetto; comunque, il rilevamento di alcuni parametri può portare ad altre considerazioni:

- numero di saccadi: un maggior numero di saccadi sta ad indicare una ricerca maggiore e quindi più difficoltosa;
- ampiezza della saccade: più le saccadi verso un target sono ampie, più questo oggetto esercita un potere attrattivo anche da lontano;
- regressioni: questo parametro è molto utile nell'analisi della lettura di un testo, dato che regressioni dello sguardo significano testi meno comprensibili perché il soggetto è costretto a tornare su ciò che ha già letto.

Uno scanpath, invece, indica una sequenza completa saccade-fissazione-saccade; in un compito di ricerca, ad esempio, uno scanpath ottimale è rappresentato da una linea retta fino al oggetto target. Anche per quanto riguarda gli scanpath ci sono delle misure rilevabili:

- durata dello scanpath: uno scanpath molto lungo indica un'esplorazione della pagina o una ricerca poco efficiente;
- lunghezza dello scanpath: anche in questo caso uno scanpath molto lungo e complesso indica una ricerca inefficace;

- regolarità dello scanpath: percorsi oculari che deviano dalla norma indicano una difficoltà per l'utente, probabilmente dovuta al layout dell'interfaccia;
- direzione dello scanpath: può essere utilizzata per rilevare la strategia di ricerca degli utenti nel caso di liste, menù, etc.;
- rapporto tra saccadi e fissazioni: compara il tempo speso in ricerca a quello speso in elaborazione dell'informazione.

Una delle operazioni fondamentali per ottenere delle misure significative è la calibrazione. La calibrazione di un sistema di eye tracking è un'operazione fondamentale in quanto permette di calcolare i coefficienti da utilizzare nella mappatura della posizione della pupilla sullo spazio dello schermo; senza calibrazione il sistema potrebbe comunque funzionare, ma il comportamento varierebbe moltissimo da utente ad utente e risentirebbe del cambiamento delle condizioni di luminosità ambientale. Vi sono due metodi di calibrazione che sono gli standard di fatto dei sistemi commerciali di eye tracking:

- ✓ Calibrazione statica: vengono mostrati una serie di punti fissi sullo schermo del computer
- ✓ Calibrazione dinamica: viene mostrato un punto (o un bersaglio) che si muove apparendo e scomparendo sullo schermo

Se volessimo riassumere i requisiti che un eye-tracker ideale deve soddisfare possiamo affermare che esso deve:

- offrire un campo visuale libero da ostruzioni legate a componenti hardware;
- essere confortevole, e comunque avere un numero minimo di parti a contatto con il soggetto (da evitarsi comunque il contatto con gli occhi);
- disporre della capacità di stabilizzare artificialmente l'immagine;
- possedere una sufficiente accuratezza (dell'ordine del grado);
- offrire una risoluzione in grado di individuare i più piccoli spostamenti dell'occhio;
- possedere una elevata velocità di risposta;
- risultare di facile utilizzo a tutti gli utenti; calibrazioni minime e set-up istantaneo.

Inoltre per quel che concerne l'utente per poter utilizzare l'eye-tracking in maniera ottimale è bene notare che ci sono prerequisiti minimi da rispettare ovvero deve avere:

- un buon controllo di almeno uno dei due occhi, che significa:
 - ✓ saper spostare lo sguardo nelle quattro direzioni;
 - ✓ saper mantenere lo sguardo fermo in un punto per almeno 0,5 secondi;
 - ✓ saper arrivare con lo sguardo in tutti i punti dello schermo del computer.

Tuttavia alcuni problemi tipici del movimento oculare quali nistagmo e strabismo, midriasi o miosi e ptosi palpebrale possono interferire sul puntamento oculare. Per questo alcuni puntatori dispongono di filtri correttori che servono a compensare questi problemi.

- un'adeguata visione oculare, cioè assenza di problemi oggettivi dell'occhio quali vedere doppio, cataratta ecc.
- un'abilità nel mantenere la posizione di fronte al monitor, cioè saper mantenere o ritrovare la postura autonomamente o con l'aiuto di ausili posturali.
- un'abilità cognitiva adeguate al compito quali saper leggere e saper memorizzare procedure necessarie ad utilizzare le varie funzioni.

La tecnica dell'eye tracking viene utilizzata soprattutto per la sua capacità di dare dei risultati più

"scientifici", quantificabili e oggettivi. Ovviamente come ogni tecnica anche questa metodologia ha

i suoi vantaggi e svantaggi. La tecnica dell'eye tracking presenta infatti dei limiti che devono essere tenuti presenti quando si programma una sessione di test. Innanzitutto bisogna fare una distinzione fra problemi che riguardano il funzionamento dell'eye-tracker in sé e problemi che invece non compromettono tutte le possibili applicazioni (che però hanno rilievo solo in alcuni casi a seconda del tipo di dati che si vogliono raccogliere). Oltre ai problemi di calibrazione e identificazione degli occhi degli utenti ci sono anche altri problemi come ad esempio quelli che potrebbero derivare dalla possibilità di influenzare i dati raccolti nel caso in cui l'utente non veda l'interfaccia o la pagina web per la prima volta e già sa cosa si aspetta. Si può comprendere però che questo caso rappresenta un limite solo qualora si voglia valutare dove cade l'occhio o quali sono i percorsi di ricerca in una pagina che si presenta per la prima volta, limite che può essere ovviato con una corretta selezione degli utenti che dovranno effettuare il test. Inoltre, l'eyetracker non può riportare i dati riguardanti la visione periferica: quando un utente sta fissando qualcosa, nello stesso tempo attraverso la visione periferica riesce anche a intuire cosa lo circonda. Ad esempio, nel caso di un testo il lettore può avere una sorta di anticipazione della parola successiva. L'eyetracker, ovviamente, non è in grado di dirci cosa è stato intuito attraverso la visione periferica, come ad esempio se l'utente ha percepito un'area colorata e in movimento e l'ha evitata presumendo fosse un banner pubblicitario. Per questo motivo è preferibile, se si devono indagare le ragioni della mancata visione di un'area, chiedere agli utenti, attraverso questionari, il motivo per cui non è stata notata; infatti, potrebbero sia non aver proprio spostato lo sguardo in quella direzione, sia, al contrario, averla intuita come di non interesse tramite la visione periferica. Infine, un limite intrinseco a questa metodologia dipende dal fatto che non si può affermare sempre con certezza che l'utente sia veramente cosciente di quello che sta guardando e che lo stia effettivamente elaborando nel cervello. Ovviamente, secondo l'Eye-Mind Hypothesis questa elaborazione avviene quasi sempre, ma non è possibile trarre conclusioni su base individuale e occorre quindi testare un gruppo di utenti prima di fare delle considerazioni definitive.