

La valutazione della leggibilità della segnaletica verticale e degli elementi di arredo stradale tramite Mobile Eye

Evaluation of the readability of road signs and roadside elements using Mobile Eye tracking device

La segnaletica verticale deve essere dislocata sulla strada secondo un piano di segnalamento appropriato, in grado di fornire ai conducenti dei veicoli le opportune informazioni in modo armonico, integrato ed efficace. Per raggiungere questi obiettivi è indispensabile indagare come gli utenti guardano e considerano i segnali verticali durante la guida. A tal fine è stata realizzata una sperimentazione in sito che ha coinvolto 22 conducenti, i quali hanno percorso in auto un tratto di strada comprendente diverse tipologie di segnali verticali. Attraverso l'utilizzo di un'innovativa strumentazione eye tracking, in grado di tracciare l'occhio umano e i suoi movimenti, è stato possibile registrare in continuo il punto di mira dello sguardo di ogni utente, ottenendo un'analisi dettagliata dell'interazione conducente/segnale verticale.

Vertical signs shall be located on the road according to a proper signalling plan, capable of providing relevant information to drivers in a harmonious, integrated and effective way. To achieve these targets, it is essential to investigate how road users look and perceive vertical signs while driving. For this purpose, an experimental research project was carried out on-site which involved 22 road users, driving on a road stretch comprising different types of vertical signs. By the use of an innovative eye-tracking device, capable of tracking human eye and its movements, it was possible to continuously record the glance aiming point of each road user, obtaining a detailed analysis of driver/vertical signs interaction.



Francesco Mazzotta

Ingegnere civile, è dottorando in Ingegneria Civile e Ambientale presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali nella Scuola di Ingegneria e Architettura dell'Università di Bologna. È autore di pubblicazioni scientifiche sulle principali tematiche dell'SSD- ICAR04 con riferimento ai materiali da costruzione ed alla sicurezza stradale.



Valeria Vignali

Ingegnere e Ph.D. in Ingegneria dei Trasporti, è ricercatrice di Strade, ferrovie e aeroporti presso la Scuola di Ingegneria e Architettura dell'Università di Bologna. Socio della Società Infrastrutture Viarie (SIV) dal 2003, è autrice di oltre 40 pubblicazioni scientifiche nel settore delle infrastrutture viarie, ferroviarie ed aeroportuali.



Federico Irali

Ingegnere civile, è dottorando in Ingegneria Civile e Ambientale presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali nella Scuola di Ingegneria e Architettura dell'Università di Bologna. È autore di pubblicazioni scientifiche nei settori della progettazione e della sostenibilità ambientale delle infrastrutture viarie.

Parole chiave: eye-tracking, segnaletica verticale, sicurezza stradale, movimenti oculari

Keywords: eye-tracking, road signs, road safety, eye movements

INTRODUZIONE

La progettazione di una strada deve tenere conto non solo dell'aspetto trasportistico, ma anche della dinamica comportamentale dei conducenti, poiché i meccanismi di comprensione, riconoscimento e decisione degli utenti incidono pesantemente sul rischio di incidente. Influenzando la percezione dell'ambiente stradale degli utenti, è possibile modificarne la condotta di guida rendendola più sicura (Bucchi et al., 2012). È noto che il conducente di un veicolo durante la guida scansiona con lo sguardo l'ambiente stradale che lo circonda, cercando informazioni significative per la posizione spaziale e temporale in cui si trova. Per progettare strade sicure, quindi, è fondamentale conoscere quali elemen-

ti dell'ambiente stradale sono maggiormente guardati e considerati dagli utenti.

In quest'ottica, la segnaletica verticale e gli elementi di arredo assumono un'importanza fondamentale. Affinché siano efficaci, è indispensabile utilizzare segnali di forma, dimensioni e colori standardizzati, caratterizzati da messaggi essenziali, tali da risultare chiari ed univoci per l'utenza (Johansson et al., 1970; Borowsky et al., 2008). Particolare attenzione va posta anche al loro posizionamento, da definirsi in modo tale che i conducenti abbiano il tempo necessario, in funzione della loro velocità di percorrenza, di comprenderne il contenuto informativo.

La sperimentazione condotta

Per valutare la leggibilità della segnaletica ver-

ticale e la sua influenza sulla condotta di guida degli utenti, è stata condotta una sperimentazione in sito che ha coinvolto 22 soggetti, 15 uomini e 7 donne, di età compresa tra i 22 e i 54 anni e in possesso di patente di guida di tipo B.

Ognuno di essi ha percorso un tronco stradale, di lunghezza pari a 8.5 km, della SP 253 "San Vitale", situato nel comune di Castenaso (Bologna). Il tracciato, in particolare, è stato scelto in modo da sottoporre il campione a diverse condizioni di traffico e di ambiente stradale, ed ha previsto:

- un primo tratto urbano, caratterizzato dalla presenza di una rotonda con isola centrale arredata, vari attraversamenti pedonali, un'intersezione con controllo semaforico del traffico e un'area di cantiere con cartel-

[Pagina seguente]

Fig. 1 – Tratto stradale oggetto di studio



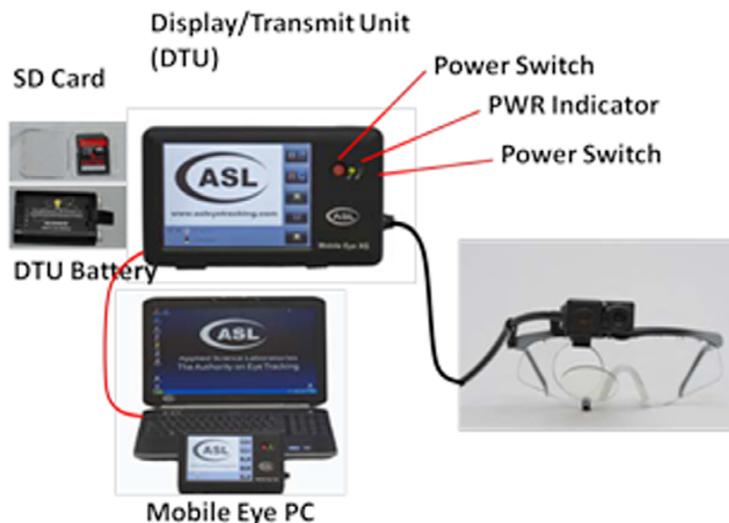
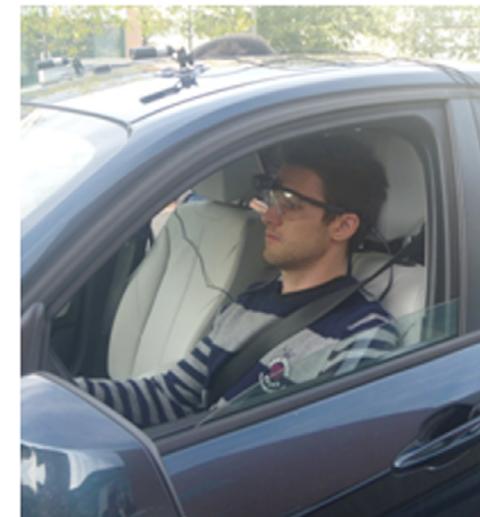


Figura 2: Mobile Eye - XG



- lonistica provvisoria;
- un secondo tratto extraurbano, inquadrabile dal punto di vista geometrico all'interno della categoria C "Extraurbane secondarie" secondo quanto indicato nel DM 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", caratterizzato dalla presenza di una rotonda ad isola centrale non arredata.

Il tratto di strada oggetto di studio è rappresentato in Figura 1.

Nel tratto sperimentale erano presenti 169 segnali stradali verticali, appartenenti alle seguenti categorie: segnali di pericolo, segnali di prescrizione, segnali di indicazione. Le tipologie e il numero di segnali verticali incontrati sull'in-

terro percorso è illustrato in tabella 1.

Tabella 1: segnaletica verticale ubicata lungo il percorso seguito dal campione

Tipo di segnale verticale	Quantità
Segnali di pericolo	17
Segnali di prescrizione	77
Segnali di indicazione	75

Ogni soggetto ha guidato la stessa autovettura indossando il Mobile Eye - XG, un'innovativa strumentazione di eye tracking in grado di tracciare la direzione dello sguardo dell'occhio umano e i suoi movimenti durante la guida.

Tale dispositivo è progettato per applicazioni di monitoraggio e tracciamento dello sguardo,

nelle quali si richiede uno strumento leggero e non collegato, in modo da garantire una certa mobilità e un basso condizionamento dell'utente. Lo strumento è composto da (figura 2):

- Spectacle Mounted Unit (SMU), composta da due telecamere, una dedicata all'occhio e un'altra che riprende la scena dell'ambiente esterno, entrambe montate su appositi occhiali in dotazione;
- Display/Transmit Unit (DTU), cioè l'unità di trasmissione, costituita da un piccolo display.

Lo strumento è stato calibrato prima della partenza di ogni partecipante, a cui è seguita una fase di prova di guida, per facilitare l'adattamento all'occhiale (Inman, 2012).

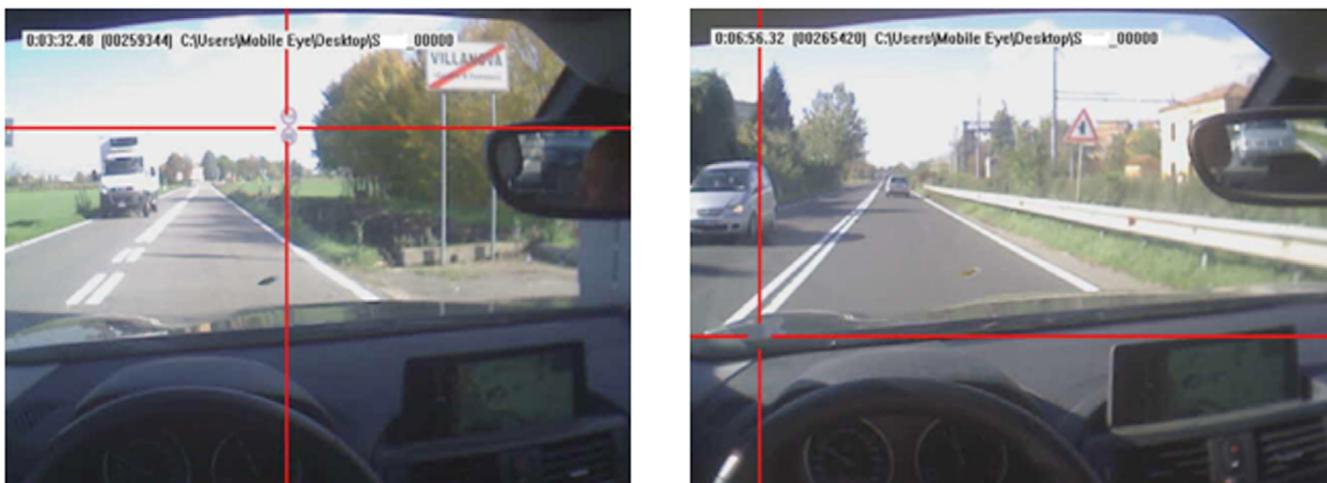


Fig. 3 – Criterio seguito per scegliere se un segnale è stato visto

L'autovettura è stata dotata di strumentazione V-box in grado di rilevarne le accelerazioni, le velocità e la posizione tramite GPS.

Attraverso l'analisi dei video registrati è stato possibile, per ogni soggetto, individuare i segnali correttamente percepiti e quelli non visti, tramite i filmati registrati dalla telecamera del mobil-eye, nei quali la direzione dello sguardo dell'utente è rappresentata da un puntatore. Il criterio seguito per scegliere se un segnale è stato visto oppure no si basa sulla posizione che il tale puntatore va ad occupare nella scena. Se il puntatore si sovrappone a un segnale, o è molto prossimo ad esso, a prescindere dalla distanza a cui è posto quest'ultimo purché sia nel campo visivo del partecipante, l'operatore considererà

il segnale come "visto". Se ciò non accade, l'operatore considererà il segnale come "non visto", come visualizzato in Figure 3. Ciò consente di determinare la quantità di segnali verticali, suddivisa per tipologia e categoria, correttamente visti da ogni soggetto esaminato.

I RISULTATI OTTENUTI

Di seguito si riportano i risultati ottenuti in termini di percezione dei segnali di pericolo.

Nel tratto sperimentale in esame i 17 segnali di pericolo presenti sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- segnale di animali vaganti (1);
- segnale di circolazione a rotatoria (1);
- segnale di doppia curva (2);

- segnale di strada sdruciolevole (3);
- segnale di lavori in corso (8);
- segnale di strada deformata (2).

Per ogni tipologia è stato possibile calcolare le frequenze assolute e relative dei segnali percepiti.

Si è rilevato che quello maggiormente visto da tutto il campione d'utenza è il segnale di lavori in corso, il quale è stato correttamente percepito nel 33% dei casi. Il segnale meno notato, invece, è quello di strada sdruciolevole, percepito nel 5% dei casi.

Considerando tutti i segnali di pericolo nel complesso si è osservato che ognuno non è stato correttamente percepito in almeno il 67% dei casi.

Prendendo in considerazione l'insieme dei segnali percepiti, si può affermare che il segnale con la maggiore capacità attrattiva è stato quello di "lavori in corso", seguito, nell'ordine, dai segnali di "doppia curva pericolosa" e di "strada deformata", da quelli rappresentanti animali selvatici in attraversamento e di approccio a un'intersezione a rotatoria e, in ultimo, quello di "strada sdruciolevole".

Per quanto riguarda i segnali di pericolo non visti, l'esame dei video ottenuti dal Mobile Eye - XG ha permesso di verificare che sussistono alcune condizioni provocate da elementi che distraggono l'utente dalla vista della segnaletica, quali:

- i cartelloni pubblicitari, presenti ai margini della carreggiata;

- i veicoli, specialmente quelli pesanti, circolanti sia nella stessa direzione di moto sia in quella opposta;
- l'ambiente esterno (il paesaggio).

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dalla sperimentazione condotta, finalizzata alla valutazione della leggibilità della segnaletica verticale e della sua influenza sulla condotta di guida degli utenti, permettono di trarre le seguenti conclusioni:

- il Mobil Eye - XG si è dimostrato un utile ed efficace strumento per il tracciamento dei movimenti oculari dei conducenti dei veicoli. Esso consente di valutare cosa effettivamente guarda l'utente che e come, di con-

- sequenza, adatta la sua condotta di guida;
- la segnaletica verticale si conferma un'importante fonte di informazione per gli utenti. La progettazione della segnaletica e il suo posizionamento, deve essere trattato con estrema attenzione: devono essere considerati, infatti, non solo la rispondenza alle normative vigenti, ma anche l'interazione psicologica che intercorre tra conducente e infrastruttura stradale.

RINGRAZIAMENTI

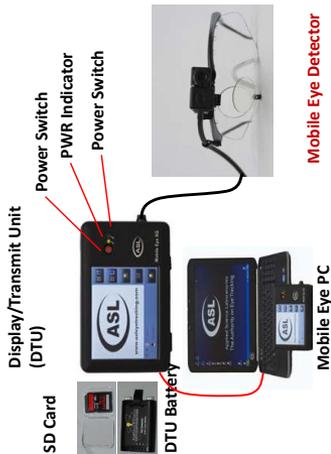
Gli autori colgono l'occasione per ringraziare il Prof. Marco Costa della Facoltà di Psicologia dell'Università degli Studi di Bologna.



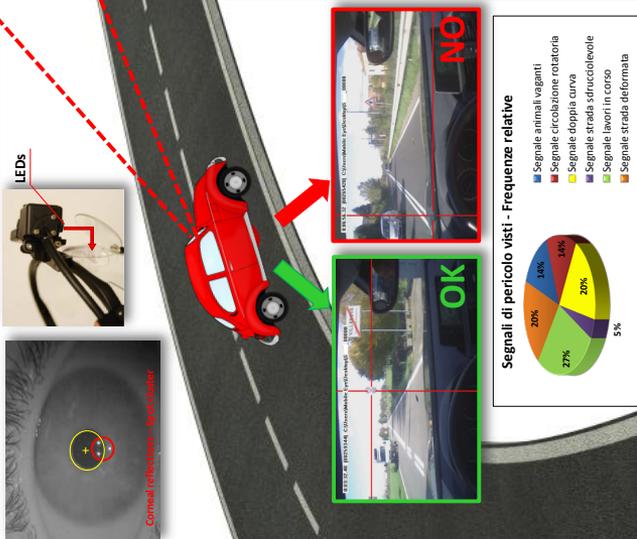
IL SITO SPERIMENTALE: un campione di 16 individui è stato selezionato per percorrere in automobile 8,5 km della Strada provinciale SP253 (Villanova di Castenaso), che comprende un tratto urbano ed uno extraurbano. Lungo la sezione erano presenti segnali stradali di pericolo, indicazione, prescrizione ed elementi di arredo stradale quali delineatori di margine, semafori, pannelli a messaggio variabile e cartelloni pubblicitari.



LA SPERIMENTAZIONE: lo studio eseguito ha previsto la valutazione tramite Mobile Eye della leggibilità della segnaletica verticale e degli elementi di arredo stradale. I risultati ottenuti hanno permesso di analizzare la loro influenza sulla condotta di guida degli utenti.

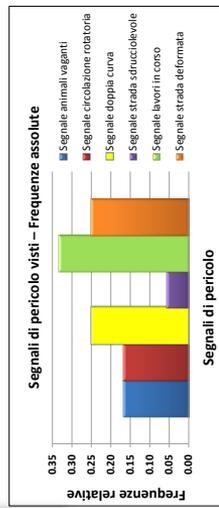


LO STRUMENTO: il Mobile Eye consente di analizzare la direzione dello sguardo dell'utente. Una telecamera oculare proietta un raggio infrarosso sulla retina, determinando per triangolazione la posizione e la direzione della pupilla nei diversi istanti temporali. Se, in corrispondenza di un segnale verticale, la pupilla è indirizzata sull'oggetto, l'elemento si considera visualizzato.



Segnaletica verticale - Segnali di pericolo	
Tipi	Segni avvertimenti
Segnale doppia curva	DC
Segnale doppia curva deformata	SD
Circolazione rotatoria	ROT
Danni prevedibili	DP
Decrease obbligatori	DOO
Dirigenza	DIR
Indicazioni	IND
Segnaletica verticale - Delineatori, semafori, cartello messaggio variabile e cartelloni pubblicitari	SEMAFORO

RISULTATI: Prendendo in esame la categoria dei segnali di pericolo, sono mostrate le frequenze assolute e relative dei segnali correttamente visualizzati dagli utenti. Si osserva che nessuno di essi è stato percepito da più del 35% degli utenti.



Università di Bologna, DICAM - Strade

La valutazione della leggibilità della segnaletica verticale e degli elementi di arredo stradale tramite Mobile Eye

BIBLIOGRAFIA

Bucchi A., Sangiorgi C., & Vignali V. (2012). "Traffic psychology and driver behaviour", in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 53, 973-980.

Borowsky A., Shinar D., & Parmet Y. (2008) "The relation between driving experience and recognition of road signs relative to their locations", in *Human Factors*, 50, 173-182.

Inman V. W. (2012) "Conspicuity of traffic signs assessed by eye tracking and immediate recall", in *procee-*

dings of the Human Factors and Ergonomics Society, 56th Annual Meeting (pp. 2251{2255). Human Factors and Ergonomics Society.

Johansson G., & Backlund F. (1970) "Drivers and road signs", in *Ergonomics*, 13, 749-759.