



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Scienze Matematiche,
Fisiche e Naturali

Corso di Laurea in
Ottica e Optometria

Uno studio preliminare
riguardante la valutazione della
soglia differenziale per la
discriminazione
dell'orientamento

Candidato:

Federico Grillini

Relatore:

Prof. Alessandro Farini

Correlatore:

Prof. Roberto Arrighi

Anno Accademico 2016-2017

1 Introduzione

Questo lavoro di tesi prende spunto dall'idea di sfruttare i consolidati metodi di psicofisica, e quindi l'utilizzo della ricerca di base, per andare in futuro a investigare un argomento di attualità in campo optometrico come le lenti progressive, in una ricerca applicata.

Quello che ci poniamo di studiare in futuro è come le aberrazioni presenti nelle zone non funzionali di una lente progressiva vadano a influenzare negativamente la performance visiva di un soggetto portatore di lenti progressive.

Dalla letteratura emerge infatti che questo studio è stato svolto solamente in maniera oggettiva, ovvero andando ad utilizzare strumenti ottici come gli aberrometri direttamente su una lente. Da questi studi conosciamo oggi che l'aberrazione prodotta in maggior parte è l'astigmatismo da fasci obliqui, seguono poi in minor quantità coma e trifoglio.

Per discriminazione dell'orientamento si intende un compito in cui vengono presentati ad un soggetto due stimoli in sequenza temporale. Il primo stimolo, detto Reference possederà un proprio orientamento angolare. Il secondo stimolo, detto Target, avrà un orientamento diverso rispetto al primo. Il compito del soggetto è quello di riferire se il secondo stimolo è più orientato in senso orario (verso destra) o in senso antiorario (verso sinistra) rispetto al primo.

Un altro aspetto che bisogna considerare è l'Effetto Obliquo, ovvero la maggior sensibilità del sistema visivo umano a distinguere come non parallele due linee se poste con orientamenti cardinali (verticale e orizzontale) piuttosto che con orientamenti obliqui. Questo produrrà delle JND (Just Noticeable Differences) in termini angolari maggiori per gli orientamenti obliqui rispetto agli orientamenti cardinali.

L'ipotesi che abbiamo formulato è quella che, in combinazione con l'astigmatismo prodotto da una lente progressiva in una sua zona non funzionale e con l'effetto obliquo, si noteranno differenze più significative nella percezione dell'orientamento nell'intorno dei meridiani "critici", ovvero quelli posti a 45° e 135° .

L'esperimento, essendo un progetto preliminare, non vedrà la presenza fisica delle lenti progressive, quindi il nostro compito è stato quello di fare in modo di simulare la presenza di tale lente indossata dal soggetto.

Questo ci ha portato a svolgere l'esperimento in modo "dinamico", facendo alternare la visione per vicino a quella per lontano, introducendo parametri accomodativi e di movimenti oculari che hanno influenzato la scelta di alcuni parametri fondamentali per il set up sperimentale.

La conoscenza della natura dei movimenti oculari ed in particolar modo delle saccadi ci ha permesso di lavorare in un range spaziale e temporale idoneo alle capacità

visivo-motorie di un soggetto medio.

Inoltre è stata fondamentale la ricerca in letteratura del cosiddetto tempo di reazione accomodativo, ovvero in quanto tempo un cristallino medio riesce a mettere a fuoco un oggetto quando si passa dalla visione per lontano a quella per vicino e viceversa.

Introducendo i movimenti oculari abbiamo l'occasione di verificare la solidità del paradigma e anche di testare la presenza dell'effetto obliquo in una condizione che, dalla nostra ricerca in letteratura, non è ancora stata studiata: infatti l'effetto obliquo è stato riscontrato in molti compiti di discriminazione dell'orientamento ma non ancora in un compito che prevedesse la visione di stimoli posti a diverse distanze.

2 Materiali e Metodi

Hanno preso parte all'esperimento 11 soggetti, 7 di sesso femminile e 4 di sesso maschile, di età compresa tra i 18 e i 50 anni.

Set up sperimentale

Il set up sperimentale è stato realizzato presso il Vision Lab all'interno dell'Istituto Nazionale di Ottica (INO-CNR) di Arcetri (FI).

Il soggetto viene fatto sedere, con la testa appoggiata ad una mentoniera in modo da mantenere la testa ferma e consentire solamente i movimenti oculari.

Come è possibile osservare nello schema in Fig.1 sono presenti due monitor, uno posto alla distanza ravvicinata di $0,57m$ ed uno rappresentante la visione per lontano a $2,70m$.

Facendo alternare la visione dei due monitor andiamo a simulare le condizioni di utilizzo delle diverse zone di una ipotetica lente progressiva.

Lo schermo vicino è un Dell P1130 CRT monitor 21 pollici, risoluzione $2048 \cdot 1536$ a $80Hz$, refresh-rate orizzontale $130KHz$ e verticale $170KHz$, dimensioni fisiche $365 \cdot 292mm$. Il monitor lontano è un iMac processore Intel Core i5 21,5 pollici, risoluzione $1920 \cdot 1080$ a $60Hz$, scheda grafica Intel HD Graphics 6000, dimensioni fisiche $473 \cdot 266mm$.

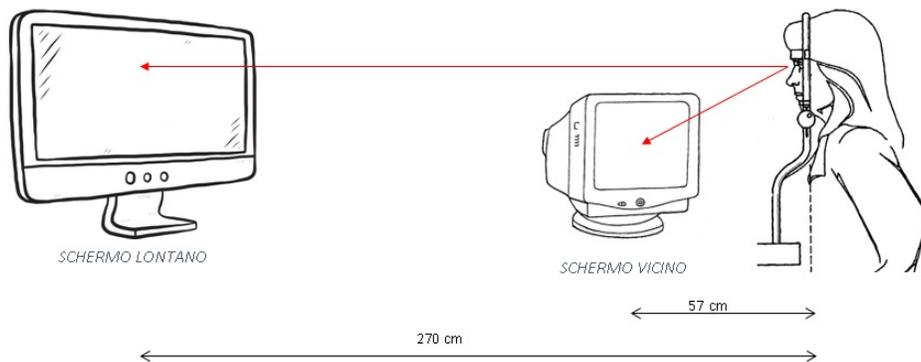


Figura 1: Schema del set up sperimentale.

Stimoli

Gli stimoli e lo script dell'esperimento sono stati realizzati utilizzando il software Matlab con l'estensione Psychophysics Toolbox.

Gli stimoli sono i cosiddetti Gabor patches. Un Gabor patch è la convoluzione di un reticolo sinusoidale con una gaussiana.

Visivamente sono un'alternanza di bande chiare e scure presentate su sfondo grigio. L'indice colorimetrico del grigio è calcolato dal software Matlab come l'esatto valore a metà tra gli indici del bianco e del nero dello schermo in uso. Una banda chiara ed una scura formano un ciclo, ed all'interno del ciclo la luminanza, ovvero l'intensità luminosa percepita dai nostri occhi, varia gradualmente.

I Gabor occupano un angolo visivo di 4° alle varie distanze, hanno una frequenza di 3 cicli per grado, contrasto massimo ($= 1$) e fase pari a zero.

Un'altra variabile controllabile dei Gabor è l'orientamento. Nel nostro caso andremo ad agire nell'intorno degli orientamenti obliqui, ovvero $+45^\circ$ e -45° ; intendendo come positiva la rotazione in senso orario (verso destra prendendo come riferimento la parte superiore del patch del Gabor), e come negativa la rotazione in senso antiorario (verso sinistra).

Queste definizioni di destra e sinistra ci torneranno comode più avanti nella valutazione dei dati.

Procedura

Il compito del soggetto è quello di osservare sullo schermo vicino un primo Gabor di riferimento (Ref.) che possiede un orientamento casuale scelto tra una lista dei

seguenti: $\pm[42^\circ, 45^\circ, 48^\circ]$. Una volta sparito il primo Gabor, il soggetto dovrà dirigere lo sguardo sul monitor lontano dove comparirà un secondo Gabor (Target), con un orientamento diverso di una quantità chiamata da noi $\Delta\gamma$, anch'essa scelta casualmente dal software tra una lista iniziale di valori: $\pm[8^\circ, 12^\circ, 16^\circ, 20^\circ, 30^\circ]$; in conformità con l'ormai consolidato metodo psicofisico degli stimoli costanti.

Il soggetto dovrà quindi riferire se il secondo Gabor risulta più orientato a *destra* oppure a *sinistra* rispetto al primo, in un compito classico di 2AFC (2 Alternative Forced Choice). Le risposte vengono fornite premendo le frecce direzionali di una tastiera wireless che viene tenuta dal soggetto sul piano di fronte alla mentoniera.

Nel momento in cui il soggetto fornisce la risposta, dovrà tornare con lo sguardo sul monitor vicino, mentre il ciclo dell'esperimento ricomincia e continua.

Prima della prova vera e propria vengono effettuate due sessioni di training al fine di far familiarizzare il soggetto con l'esperimento, che abbiamo rilevato non essere molto semplice. Il primo training è composto da 10 trials con $\Delta\gamma$ alternato tra $\pm[20^\circ, 30^\circ]$; il secondo blocco è costituito da 20 trials con $\Delta\gamma$ variabile tra: $\pm[5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ]$.

Per quanto riguarda il corpo dell'esperimento ogni soggetto viene sottoposto a 6 blocchi da 30 trials l'uno, per un totale di 180 prove valide.

Ripetendo la prova in diversi soggetti è apparsa evidente la facilità con cui alcuni eseguivano il compito, perciò è stato necessario presentare in seguito $\Delta\gamma$ minori.

Al fine di verificare l'effettiva esistenza dell'effetto obliquo abbiamo eseguito su alcuni soggetti una seconda parte di esperimento mantenendo il set up inalterato. In questa modalità gli orientamenti dei Gabor si trovavano nell'intorno del meridiano verticale.

I $\Delta\gamma$ utilizzati sono stati: $\pm[0.5^\circ, 0.75^\circ, 1^\circ, 1.75^\circ, 2^\circ]$; mentre gli angoli di riferimento venivano scelti casualmente tra: $\pm[0^\circ, 0.75^\circ, 1.5^\circ]$.

Linea temporale

All'inizio dell'esperimento viene presentata al soggetto la scritta "GO?" sul monitor vicino. Il soggetto preme quindi un tasto qualsiasi della tastiera quando ritiene di essere pronto. Dopo un tempo variabile casualmente tra 2 e 3 secondi che noi abbiamo chiamato *blank*, compare il Gabor sullo schermo vicino. Lo stimolo ha durata 0,05s. Dopo un tempo di 0,5s, in cui il soggetto dovrà compiere la saccade per spostare lo sguardo dallo schermo vicino a quello lontano, comparirà il secondo Gabor, anch'esso di durata 0,05s. In corrispondenza del Gabor lontano viene prodotto un suono, che ha la funzione di ricordare al soggetto che deve fornire la risposta ed inoltre aiuta a mantenere il ritmo nei 30 trials. Dalla scomparsa del secondo stimolo riappare il

blank casuale prima della comparsa del Gabor sullo schermo vicino per dare il via ad un nuovo ciclo.

Per il tempo della saccade era importante scegliere un tempo che fosse superiore al tempo di reazione accomodativo per il passaggio dalla visione per vicino a quella per lontano. Tale valore medio, è di $0,38 \pm 0,08s$.

3 Risultati

Si possono osservare nella Tabella 1 i risultati relativi alle soglie per ogni soggetto che ha partecipato all'esperimento.

Si noti che non tutti hanno effettuato la prova della discriminazione dell'orientamento partendo da un riferimento nell'intorno del meridiano verticale.

Verifica dell'Effetto Obliquo

All'interno di questo lavoro di tesi incentrato sulla discriminazione dell'orientamento, 6 soggetti sugli 11 totali hanno effettuato lo stesso compito in due condizioni diverse. Nella prima condizione si è andati alla ricerca della soglia differenziale partendo da riferimenti nell'intorno del meridiano verticale (0°), mentre nella seconda condizione il riferimento è stato ruotato negli intorno dei due meridiani obliqui ($\pm 45^\circ$).

Quello che emerge in modo molto evidente in tutti i soggetti è che le soglie relative alla condizione verticale sono minori rispetto a quelle della condizione obliqua; in accordo con il fenomeno dell'effetto obliquo descritto in precedenza.

Soggetto	Soglia verticale	SD	Soglia obliquo	SD
AB	1.0	0.2	10	3
AF			11	2
AZ			17	5
CT			13	3
CV			17	4
FA	1.4	0.3	4	1
FB	0.8	0.3	6.3	0.6
FG	1.0	0.6	16	2
GC			5	1
MB	0.8	0.1	5.0	0.8
SP	0.9	0.4	10	1

Tabella 1: Risultati finali; i valori riportati hanno come unità di misura i gradi d'arco.