

detectados con una resolución temporal de 1ms utilizando un discriminador de ventana tiempo-amplitud (Bak Electronics), el cual producía pulsos TTL que fueron almacenados en la máquina de registro para señalar la ocurrencia de los PA.

A medida que el electrodo era descendido regiones de actividad neuronal y de silencio se correlacionaron con la secuencia de tejido cortical y surcos visibles en un atlas de Macaco rhesus (cortesía de WT Newsome, Stanford University). Esto nos permitió determinar la posición del electrodo y su entrada en el banco posterior del surco temporal superior (STS), donde se encuentra MT. Cuando la actividad de una neurona fue aislada, se determinó primeramente si respondía a una barra o un patrón de puntos aleatorios estacionarios o en movimiento. En caso de responder, se intentó determinar el CR de la célula y medir su selectividad a la dirección del movimiento. La posición del electrodo relativa a STS, las dimensiones del CR y la proporción de neuronas selectivas a la dirección fueron utilizadas como criterios para determinar si la punta del electrodo estaba o no en MT/MST.

3.2.5

Obtención de datos

Para cada célula observada se determinó la localización y dimensiones de su CR, así como su selectividad para el movimiento utilizando una barra y un patrón de puntos aleatorios, estímulos controlados a través de un programa de mapeo en la máquina de estimulación. Los parámetros de estimulación fueron adecuados a las propiedades de cada célula registrada.

Mapeo del campo receptivo. El animal fijaba un punto (PF) mientras que una barra del alto contraste (el fondo siempre fue negro) era movida manualmente en el monitor de estimulación para determinar la mínima zona de respuesta de la neurona. El largo, ancho, orientación y posición de la barra era controlado por el experimentador utilizando el teclado y el 'mouse' de la computadora.

Sintonización a la velocidad y la dirección. Luego del mapeo del CR, se determinó la sintonización a la velocidad de la neurona. El PF se colocó de manera tal que el CR quedara lo mejor centrado posible en el monitor de estimulación. El mono fue recompensado por mantener exitosamente la fijación durante el ensayo. Un patrón de puntos aleatorios de alto contraste (puntos blancos contra fondo negro) 100% correlacionado fue presentado durante 400 ms en una apertura circular que coincidía en tamaño con el diámetro previamente determinado del CR. Doce direcciones de movimiento (8 traslaciones separadas por pasos de 45 grados, 4 cardinales y 4 diagonales; rotación derecha e izquierda; expansión y contracción)

y 3 velocidades (entre 2 y 20 grados/s) fueron probados en cada neurona para determinar su selectividad al movimiento. La combinación de cada dirección-velocidad fue presentada aleatoriamente al menos 3 veces a cada neurona. La respuesta fue medida como el número de PA durante la presentación del estímulo. La respuesta promedio fue evaluada para determinar la velocidad preferida, y para esta velocidad se determinó las direcciones que evocaban la mayor y menor respuesta tomándose como dirección preferida y anti-preferida de la célula, respectivamente.



4.
Sección de artículos

Work, Finish, Publish!
Michael Faraday



4.1
Estructura de la tesis y resultados principales



Estructura de la tesis y resultados principales

Los estímulos visuales utilizados en este trabajo de tesis fueron contruidos sobre la base de la transparencia, la cual permite ver diferentes objetos con el mismo foco atencional, sin que tenga que ser modificado. Experimentalmente la transparencia es lograda a través de la estereoscopia -donde cada plano de imagen se ubica a diferente profundidad- o del movimiento relativo de escenas superpuestas. En el caso particular de nuestros experimentos la condición de transparencia se logró por medio del movimiento relativo de dos conjuntos (de puntos o de figuras geométricas) de diferente color, que inducían la percepción de dos superficies u objetos que se deslizaban uno por encima del otro.

Conjuntamente con la presentación de los estímulos se recogió la actividad eléctrica cerebral asociada con los mismos en humanos y un mono *Macaca arctoides*. En los experimentos realizados con sujetos humanos se empleó la técnica de los potenciales relacionados a eventos (PRE) los cuales son deflexiones de voltaje que se producen en la actividad eléctrica espontánea del cerebro en relación con la presentación de un estímulo o la ejecución de una respuesta. En el estudio llevado a cabo en el mono se realizaron registros de la actividad unitaria y multi-unitaria de neuronas del área visual especializada en el procesamiento de movimiento (MT).

El estímulo básico en todos los experimentos de los artículos que conforman este trabajo de tesis estuvo constituido por dos conjuntos de puntos aleatorios de diferente color superpuestos en la misma región del espacio sobre un pequeño círculo sólido central (punto para la fijación de los ojos, PF). Los sujetos fueron instruidos a atender selectivamente uno de los conjuntos en dependencia del color del PF, mientras ignoraban el otro conjunto. La tarea básica empleada consistió en identificar dos eventos consecutivos o simultáneos que podían afectar ambos conjuntos o sólo uno de ellos.

La influencia de la organización de la escena en la atención visual: estudio psicofísico y electrofisiológico (Attention and Performance, 2003, en imprenta).

Los resultados de este artículo muestran que durante una tarea de discriminación de dos eventos consecutivos de movimiento, la identificación de los eventos es fácil si ambos afectan la misma superficie. Sin embargo, cuando los eventos afectan superficies diferentes, la exactitud de la discriminación del segundo disminuye ostensiblemente. Estos resultados replican los hallazgos psicofísicos anteriores de nuestro grupo^{134,168}. La interferencia o costo atencional se puso también de manifiesto, como había sido observado anteriormente¹³⁴, en la

supresión del componente N200 asociado con el estímulo no atendido a pesar de su superposición espacial con el atendido.

Un hallazgo novedoso de este estudio fue constatar que la exactitud de los sujetos en el juicio de dirección de la traslación, se reflejó en la amplitud de la N200. Los ensayos donde los sujetos cometieron errores en la evaluación de la segunda traslación (T2), estuvieron asociados con una reducción considerable en la amplitud de este componente. La reducción de la N200 fue mayor cuando T2 ocurrió en la superficie no atendida.

La modelación de las fuentes intracerebrales de la N200 a partir de los ensayos correctamente discriminados, ajustó generadores en el giro occipitotemporal lateral derecho, giro temporal medio derecho y giro angular derecho. Las coordenadas de Talairach¹⁵⁸ de la fuente de corriente más intensa (la ubicada en el giro occipitotemporal lateral) se encuentra cercana a la región identificada en el hombre, por medio de estudios de tomografía de emisión de positrones (TEP) y imágenes de resonancia magnética funcional (IRMf), como el área de procesamiento de movimiento MT+ (ver ^{160,178}).

Los resultados de la modelación de fuentes nos permiten plantear que los efectos atencionales observados con nuestro paradigma de superficies transparentes están relacionados con una reducción en la actividad de MT+ y otras áreas extraestriadas aledañas. Esta conclusión es congruente con la supresión atencional basada en objetos observada en distintos estudios de neuroimágenes en áreas corticales similares^{130,131,177}.

Dividiendo la atención entre la forma y el movimiento durante la percepción de superficies transparentes (Cognitive Brain Research, 2002, 13(2) pp: 187-193).

Pero las dificultades creadas por la estructuración de la escena con movimiento transparente para realizar dos discriminaciones en objetos diferentes, no son exclusivas para atributos de movimiento. Los resultados obtenidos en la sección extienden hallazgos anteriores del grupo^{167,168} al demostrar que dificultades similares surgen cuando deben juzgarse simultáneamente combinaciones de atributos de movimiento y forma e incluso, sólo para atributos de forma.

En este trabajo un conjunto de círculos y un conjunto de cuadrados fueron presentados superpuestos en la misma región del espacio. Los sujetos fueron instruidos a atender selectivamente uno de los dos conjuntos (o superficies) e ignorar el otro. La tarea de los sujetos consistió en realizar dos juicios simultáneos acerca de cambios de forma, movimiento, o de forma y movimiento de los elementos de los conjuntos. Los juicios podían concernir la misma superficie o a superficies diferentes.

Un costo atencional similar al antes descrito fue observado en este experimento: fue fácil discriminar los cambios de forma y dirección de la superficie atendida, que cualquiera de estos cambios cuando afectaban superficies distintas. La interferencia que se genera durante el procesamiento de características de más de un objeto, no pudo ser evitada informándole con anticipación a los sujetos la combinación específica de los atributos a discriminar y la superficie de ubicación de los mismos.

El hecho de que no se originara una interferencia entre atributos pertenecientes a la misma superficie pero provenientes de dominios de procesamiento diferentes (como el dominio de forma y el de movimiento) evidencia la existencia de una dependencia o relación entre los dominios cuando las características o atributos a juzgar pertenecen al objeto atendido. Este hallazgo apoya la hipótesis de la competencia integrada propuesta por Duncan^{29,35,37,172}, la cual propone que una vez que un objeto gana ventaja en el procesamiento en un subsistema neural (por ejemplo, en el subsistema que analiza la forma o en el que analiza el movimiento), esta ventaja es transmitida al resto de los subsistemas. La atención actúa como un mecanismo que refuerza el procesamiento simultáneo de atributos de la superficie atendida aún cuando estos sean analizados en dominios tan diferentes como el de forma y movimiento.

El procesamiento del movimiento en el área MT/MST de primates no-humanos (Macaca arctoides) es modulado por la atención basada en objetos (Revista CNIC Ciencias Biológicas, 2003, aceptado).

En este trabajo se demostró por primera vez en la literatura la modulación atencional orientada a objetos de la respuesta de las neuronas del área cortical visual MT (área de la vía dorsal) en un primate no-humano. Con este propósito se realizó una adaptación del paradigma de las superficies transparentes utilizadas en sujetos humanos, entrenándose el animal con la técnica del condicionamiento operante a discriminar la dirección de traslación de la superficie atendida.

En este estudio se observó que la respuesta de las neuronas a su dirección preferida era más intensa (un 10% mayor) cuando esta era presentada en la superficie atendida en comparación a cuando era presentada en la no atendida. Este hallazgo fue muy similar al referido en estudios con registro intracerebral utilizando tareas espaciales, los cuales habían descrito efectos atencionales tempranos en las áreas extraestriadas de la vía dorsal (MT/MST)^{148,164}.

Sin embargo, y a diferencia de los estudios anteriores, la superposición espacial de las superficies utilizadas en este estudio impidió el uso de una estrategia espacial para realizar la tarea de discriminación de la dirección. La modulación atencional de la descarga neuronal encontrada aquí, apoya la existencia de un mecanismo temprano basado en la representación de los objetos en la vía dorsal que constituye la primera evidencia electrofisiológica de modulación atencional basada en objetos del procesamiento de esta área.

La interferencia entre dos objetos depende de la configuración de la atención (Internacional Journal of Psychophysiology, 2003, enviado).

Finalmente, los resultados de este artículo muestran que el uso del preaviso endógeno (color del PF) utilizado en todos los experimentos de esta tesis, le permitió a los sujetos la ubicación a priori, efectiva, de los recursos atencionales en el objeto preavisado, otorgándole ventajas en su procesamiento. En los experimentos de esta sección los sujetos debían discriminar la dirección de una segunda traslación (T2) mientras ignoraban la ocurrencia de una primera traslación (T1). Como en los experimentos de las secciones anteriores, T1 y T2 podían afectar la misma superficie (ensayos de ‘misma-superficie’) u ocurrir cada uno en una superficie diferente (ensayos de ‘diferente-superficie’). La discriminación era realizada en dos condiciones diferentes: 1) conociendo de antemano, y atendiendo selectivamente, la superficie donde iba a ocurrir T2, información que era aportada al sujeto por el color del punto de fijación; 2) o sin conocer donde iba a ocurrir T2 por no ofrecérsele a los sujetos información por adelantado, situación que los obligaba a dividir o compartir la atención entre las dos superficies.

Con estas condiciones de estimulación quedó demostrado que el uso del preaviso endógeno (color del PF) hace posible ‘filtrar’ eventos no informativos o irrelevantes que ocurren en objetos no atendidos, evitando de esta forma la captura automática de la atención. En los experimentos de esta sección, el aviso por anticipado del color de la superficie a atender, evitó que la ocurrencia en la superficie no atendida de una primera traslación irrelevante conductualmente (T1), interfiriera con la discriminación, en la superficie atendida, de una (segunda) traslación relevante o T2. Sin embargo, cuando no fue posible atender selectivamente una de las superficies, debido a la ausencia de preaviso (condición de atención dividida, PF gris no informativo), la ocurrencia de T1 no pudo ser filtrada, ocasionando una caída en la exactitud de la discriminación de T2, debido a la captura automática que T1 hace de la atención hacia la superficie que afecta.

Por otra parte, la amplitud del componente N200 de los potenciales evocados por la ocurrencia de TI fue modulada en dependencia de la presencia o no del preaviso endógeno. Una supresión importante en la amplitud de este componente fue obtenida en la condición de ‘distinta-superficie’ cuando los sujetos pudieron ubicar por adelantado los recursos atencionales en la superficie donde ocurriría T2 (experimento con PF en colores). La reducción de la N200 asociada a los ensayos donde los juicios estaban ubicados en diferentes superficies en presencia de un preaviso endógeno, apoya la existencia de un proceso de filtraje perceptual de eventos irrelevantes ubicado en áreas visuales tempranas.

Sin embargo, este filtraje temprano no pudo realizarse cuando no se le suministró información anticipada al sujeto sobre donde ocurriría T2. En el experimento con el PF gris (no informativo), no hubo diferencias en la amplitud de la N200 a la presentación de TI como expresión de la captura atencional que este evento realiza.

Estos resultados ratifican que la captura automática de la atención guiada por los atributos de los estímulos, depende de la configuración previa de la atención. En dependencia de las condiciones experimentales, la captura exógena (la captura dependiente del estímulo) de la atención, está sujeta a un control proveniente de áreas superiores (control de arriba- abajo).

4.2

La influencia de la organización de la escena en la atención visual: estudio psicofísico y electrofisiológico (The influence of scene organization on attention: psychophysics and electrophysiology). Attention and Performance 2003, en imprenta



The influence of scene organization on attention: Psychophysics and electrophysiology

Mitchell Valdes-Sosa, Maria A. Bobes,
Valia Rodríguez, Yanelis Acosta, Alejandro Pérez,
Jorge Iglesias, and Mayelin Borrego

Abstract

Many studies have examined the neural mechanisms of visual attention by recording event-related potentials (ERPs). In most of these studies, objects are abruptly presented to the observer, often in a rapid succession of events. Similar stimuli are used in the psychophysical technique known as rapid serial visual presentation (RSVP). We argue that in RSVP (and related ERP paradigms) it is difficult to evince object-based attentional effects and to study the influence of scene organization. Rapid serial object transformation (RSOT) is offered as an alternative. Therein, several objects are presented over seconds and are monitored to detect brief sequential mutations of their attributes (e.g. changes in motion direction affecting illusory transparent surfaces, or local form transformations of objects defined by shape and color). We show that when two events engage the same object in rapid succession, both can be attended to effectively. In contrast, events that affect different objects compete and produce an attentional blink (AB). The AB is associated with smaller ERPs that are possibly generated in early visual extrastriate cortex. This suggests that the competition between these visual events is played out at the level of features codes, but is flexibly guided by higher-order representations similar to an 'object-file'.

Competition for attention

Many, if not all, of the visual scenes encountered daily are full of numerous objects, and each object, in turn, can be comprised of multiple parts. Moreover, collections of

objects can integrate perceptual groups. For each observed scene, these diverse entities compete for visual attention. Considerable progress has been made in understanding how exogenous cues (like stimulus salience), and endogenous factors (like a person's beliefs and goals), interact in the resolution of this competition (Desimone and Duncan 1995; Duncan 1996). For example, highly salient and more relevant objects are preferred over less salient or less relevant ones, allowing the winners preferential access to action and memory systems in the brain and into consciousness.

The biasing of competition in favor of some stimuli over others is particularly clear in experiments showing endogenous selection of the inputs coming from one location, with rejection of those originating in other sites of the visual field. This type of selection leads to faster and more accurate detection—or recognition—of stimuli presented at the privileged location in a number of different paradigms (e.g. Eriksen and Hoffman 1973; Jonides 1981; LaBerge 1983; Posner and Cohen 1984). Results of this nature, reported in a host of studies, have given support to the classical 'spotlight metaphor' of visuo-spatial attention.

More recently it has been understood that competition for attention is also influenced by the organization of the visual entities contained in a scene. The structure of the scene can constrain the allocation (and re-allocation) of attention. It has been shown that it is easier to divide attention between two features on one object, than to do so for two features of different objects, even if the two objects are in close spatial proximity (Duncan 1984; Vecera and Farah 1994; Lavie and Driver 1996; Behrmann *et al.* 1998; Valdes-Sosa *et al.* 1998b). In fact, attention to one attribute of an object—or surface—may entail some degree of obligatory attention to other attributes of the same object (Duncan 1984, 1996; Egly *et al.* 1994; He and Nakayama 1995). Moreover, competition between objects can turn into cooperation (Driver and Baylis 1989) if they are perceptually grouped (i.e. move in the same direction). However, within the same object a cost for dividing attention between clearly differentiable parts has been reported (Vecera *et al.* 2000).

Neural mechanisms of attention competition

Understanding of the neural mechanisms of attentional competition is rapidly increasing in several directions,¹ especially for the thoroughly studied situation in which spatial locations are selected. Neuroimaging has demonstrated that both pre-stimulus and stimulus-elicited activity in visual extrastriate areas are enhanced within the retinotopic sectors corresponding to the selected region of visual space (Mangun *et al.* 2000; Chapter 15, this volume). These effects may also be present in striate cortex (Brefczynski and DeYoe 1999; Gandhi *et al.* 1999).

Research in several labs (see reviews by Hillyard and Anllo-Vento 1998; Hillyard *et al.* 1998; and Chapter 19, this volume) has established that event-related potentials (KRP), elicited by stimuli flashed at the attended locations, are enhanced in amplitude

relativo to ERPs elicited by stimuli presented elsewhere. The earliest components affected are P1 and N1. The P1 begins as early as 80ms after the stimulus onset, and can be modeled by sources in early extrastriate cortex (Hcin/e *et al.* 1994; Mangun *et al.* 1997; Martínez *et al.* 1999; Di Russo *et al.* 2001). The N1 begins at about 150ms after the stimulus, and is a more complex mixture of subcomponents, including several sources in extrastriate cortex and in more frontal regions (Di Russo *et al.* 2001).

Note that these early ERP effects are only obtained under conditions of large perceptual load (Lavie 1995; Luck and Hillyard 2000), in which the time to process potentially competing stimuli is limited. In other words, the early sensory modulation indexed by the P1 and N1 attentional effects are only present when it is difficult to switch attention in time between different input sources.

Despite convincing psychophysical evidence for object-based attention (cited above), much less work has been performed on this topic with neuroimaging techniques (e.g. Arrington *et al.* 2000). The paucity of ERP studies on the topic is even more acute, hence little is known about the timing of the processes involved. This, in part, is a consequence of the dominant form of stimulus presentation used in ERP research. In contrast with other neuroimaging methods, ERPs are best elicited by abruptly presented, brief, and discrete stimulus variations (Hillyard and Picton 1987). Furthermore, the successive stimuli must be presented under strict time limits to enhance perceptual load (if selective attention is of interest). It is not surprising that the stimuli used to study the sharing of attention over time and those used to elicit attentional ERP effects are so similar, an issue we examine next.

The attentional blink, RSVP, and RSOT

The temporal constraints in sharing attention between objects (see review by Egeth and Yantis 1997) have been studied using a technique known as rapid serial visual presentation (RSVP). In RSVP, objects are presented briefly, and generally one at a time.

The objects can be words, letters, or pictures. In one variant (see Fig. 16.1 A), a series of stimuli (say letters) are presented in rapid succession, usually at the same site. The stream is divided into targets and distracters. Recognition of a first target (T1) within the stream hampers processing of a subsequently appearing target (T2) until several hundred milliseconds have transpired, or until several distracters have intervened between the targets (Raymond *et al.* 1992; Shapiro *et al.* 1994; Chun, 1997). This phenomenon has been dubbed the attentional blink (AB). The attentional nature of the AB is attested by asking the observers to ignore T1 (thereby focusing attention on T2), in which case performance on T2 discrimination improves (Fig. 16.1 B). This rules out sensory masking as an explanation of the interference (Egeth and Yantis 1997).

A more austere variant of RSVP uses only two stimuli (see Fig. 16.1 A), that are masked after a short presentation. A long-lasting impediment in the identification of the second stimulus is also found in this paradigm, (Duncan *et al.* 1994; Ward *et al.* 1996). Again, the interference is present only when attention is paid to the first stimulus.

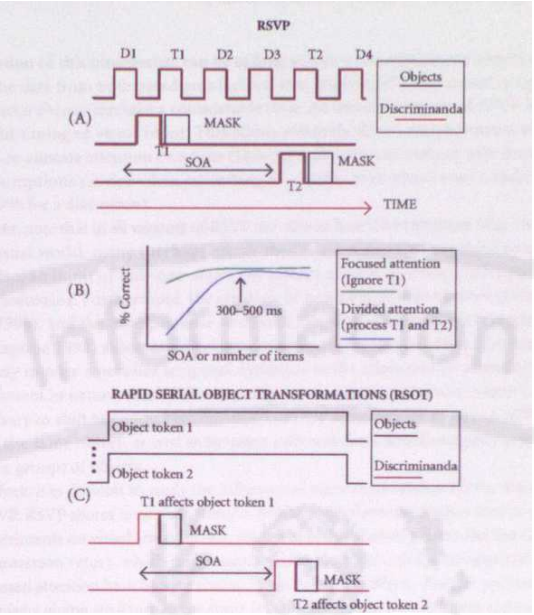


Fig. 16.1 Traditional variants of rapid serial visual presentation (RSVP). (A) A series of many objects presented in rapid succession, each substituting (and, if at the same site, also masking) its predecessor; in the other variant (below), only two objects are presented, each with a post-mask that interrupts processing and limits the temporal availability of stimulus information. (B) Idealized graph of basic RSVP findings. Accuracy is reported as the percent correct of T2 identification given correct T1 identification. Attending to T1 hampers processing of T2 up to stimulus onset asynchrony (SOA) of about 300–500 ms. This effect is eliminated if T1 is ignored. (C) Rapid serial object transformations (RSOT). Object tokens (e.g. small shapes or surfaces) are presented for longer lifetimes than in RSVP. Targets consist of brief events that transform the objects without destroying their spatio-temporal continuity, as shown in the timechart. Here masking of the event is accomplished by reverting the transformation and returning the object to its baseline condition.