

INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE RECURSOS DE ATENCIÓN MÚLTIPLE

DRA. AIDE ARACELY MALDONADO MACÍAS
XV CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA
TEPIC NAYARIT
26 ABRIL 2013

COMPONENTES DEL MODELO COMPUTACIONAL

RECURSOS DE ATENCIÓN

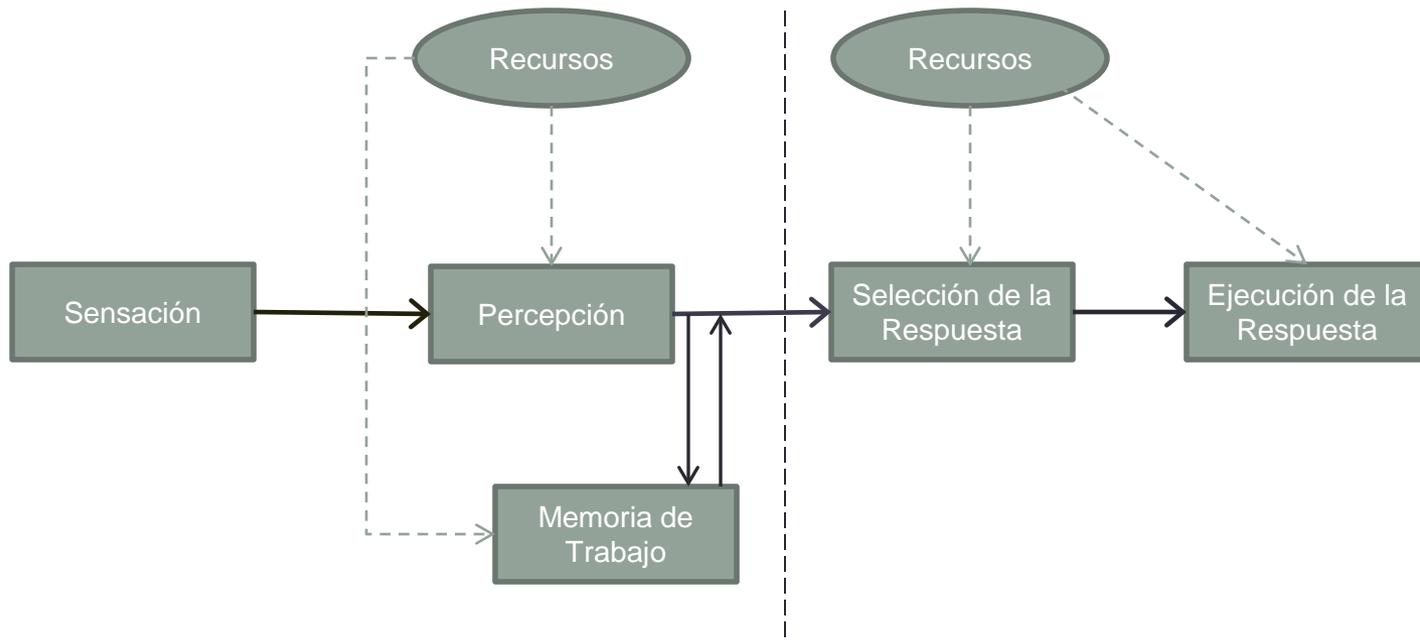
ANÁLISIS DE TAREAS

MATRIZ DE CONFLICTO

FÓRMULA COMPUTACIONAL

VALORES DE INFERENCIA TOTAL

MODELO DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN



Wickens y Hollands (2000)

MODELO DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

- Sugiere la representación de dos recursos de atención separados que asisten las diferentes etapas del procesamiento de información por el ser humano.
- En el caso de la sensación, el funcionamiento de los sistemas visuales periféricos y auditivos se asume que son relativamente automáticos (no se disponen recursos de atención).

MODELO DE RECURSOS DE ATENCIÓN MÚLTIPLE

- Experimentos realizados indican que tareas duales (se realizan simultáneamente) y que involucran por ejemplo reconocimiento de voz (percepción) y una respuesta espacial utilizan recursos separados.
- Respuestas verbales y actividad motriz están controladas por las regiones frontales del cerebro.
- La percepción y la comprensión lingüística están controladas por regiones centrales y posteriores del cerebro.

INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE RECURSOS DE ATENCIÓN MÚLTIPLE

VARIANZA DE LA EFICIENCIA DEL TIEMPO COMPARTIDO ENTRE TAREAS

Esta varianza es derivada de:

- El grado en el cual tareas de tiempo compartido utilizan la misma estructura de procesamiento mental contra tareas que utilizan diferente estructura de procesamiento mental.
- El grado en el cual la intensidad de dificultad es expresada cuando dos tareas utilizan diferente estructura de procesamiento mental.

DIMENSIONES DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

- **Etapas de procesamiento:** Percepción, Cognición y Respuesta. Indican que las tareas perceptivas y cognitivas utilizan diferentes recursos que las tareas de selección y ejecución de la acción.



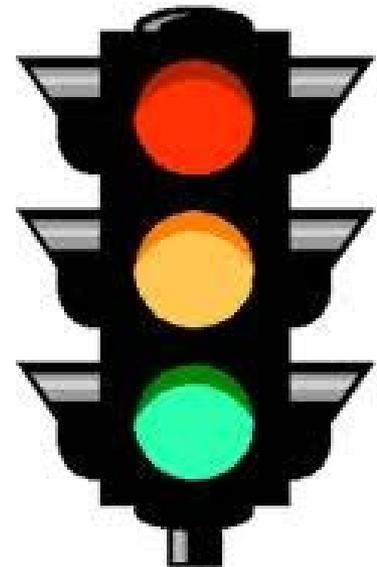
DIMENSIONES DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

- **Códigos de procesamiento:** Espacial y Verbal. Indican que las tareas espaciales utilizan diferentes recursos que las tareas verbales/lingüísticas.



DIMENSIONES DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

- **Modalidades Perceptuales:** Puede ser Visual y Auditiva. Están anidadas dentro de la percepción, pero no se manifiestan dentro de la cognición o respuesta. Indican que la percepción auditiva utiliza diferentes recursos que la percepción visual.



DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

En base a:

Las dimensiones deben tener plausibilidad neurofisiológica. Por ejemplo, en el modelo 3D + 1 ellas hacen:

- Actividad perceptiva/cognitiva y actividad motora y orientada a la acción. Se asocia el procesamiento de material espacial y verbal con el hemisferio cerebral derecho e izquierdo, respectivamente.
- Los procesos auditivos y visuales están asociados con cortezas auditiva y visual respectivamente

Las dimensiones coinciden con decisiones de diseño para apoyar las tareas.

TAREAS

A) Conducir en la ciudad



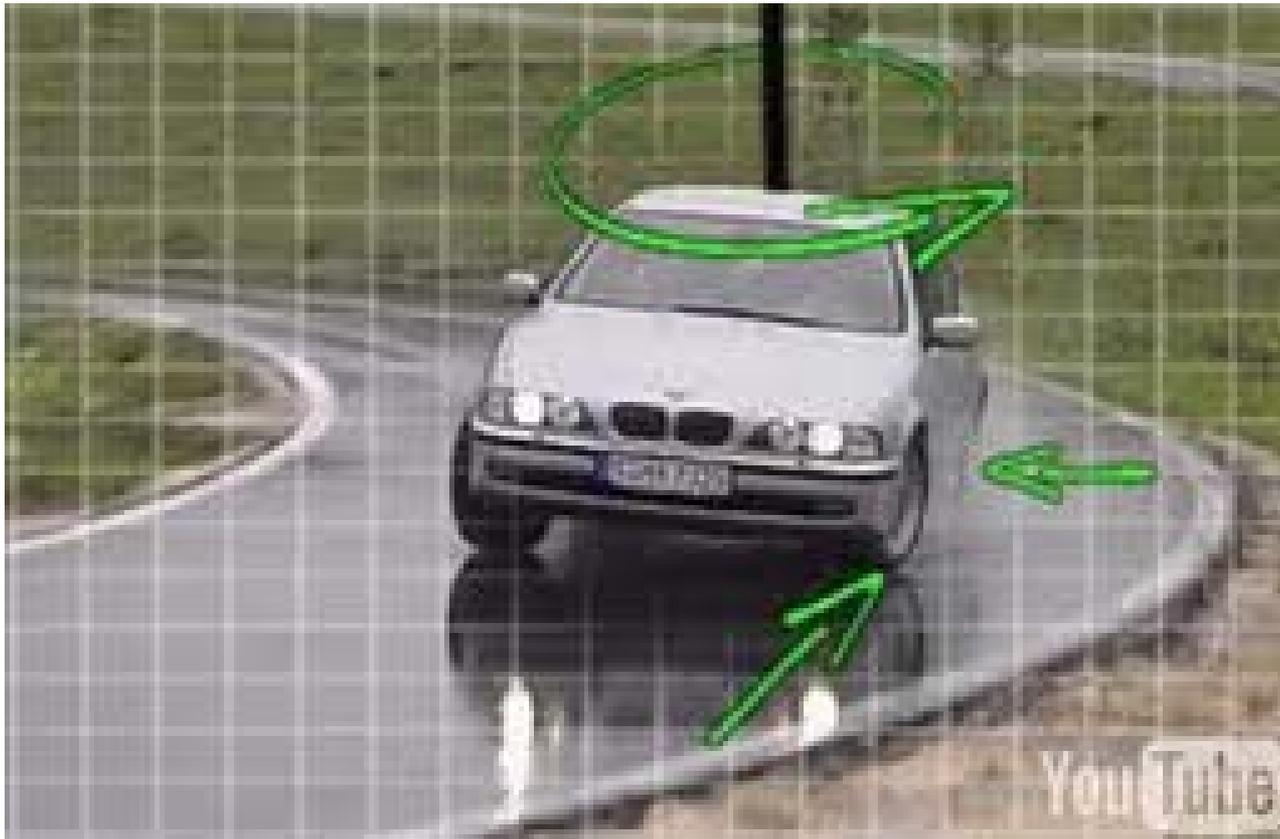
TAREAS

B) Conducir en línea recta en zona rural



TAREAS

C) Conducir en curva en zona rural



TAREAS

D) Conducir con un display adyacente arriba de la cabeza



TAREAS

E) Conducir con un display adyacente por debajo de la cabeza

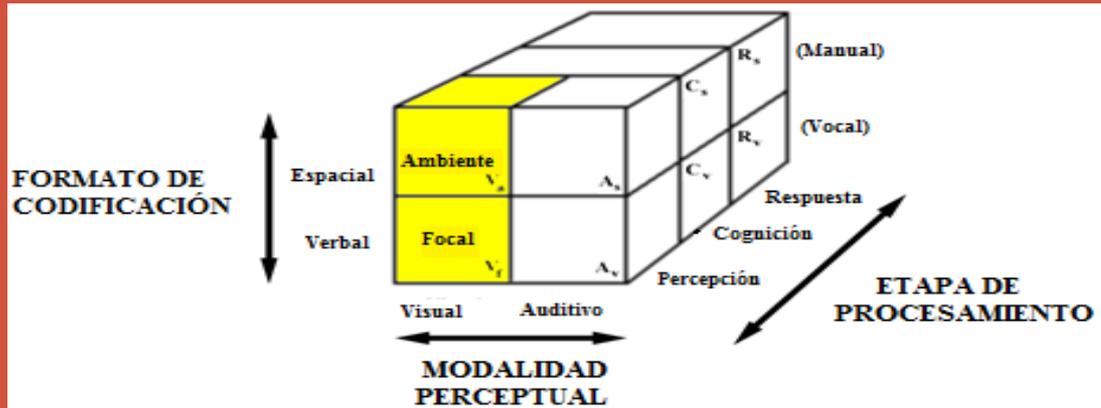


TAREAS

F) Conducir con un display de sonido dentro del vehículo



DIFERENTES TIPOS DE RECURSOS DE LA TEORÍA DE RECURSOS MÚLTIPLES



4 Dimensiones de la Teoría de Recurso Múltiple (TRM)

- I(a) Modalidad Perceptual (Visual/Auditivo)
- I(b) Canal Visual (Ambiente/Focal)
- II Procesamiento del Formato de Código (Espacial/Visual)
- III Etapa de Procesamiento de la Información (Percepción/Cognición/Respuesta)

Factores usados en el Modelado Computacional

Recurso	V_f	V_s	A_s	A_f	C_s	C_v	R_s	R_v
Ponderación								

MODELO DE RECURSOS DE ATENCIÓN MÚLTIPLES

RECURSOS DE ATENCIÓN

EXISTEN 8 RECURSOS DE ATENCIÓN EN EL MODELO

Visual Focal=Vf, Visual Ambiental=Va, Auditivo Espacial=As,
Auditivo Verbal=Av, Cognitivo Espacial=Cs, Cognitivo Verbal=Cv,
Respuesta Espacial= Rs, Respuesta Verbal =Rv

ANÁLISIS DE TAREAS

ESCALARES DE LA DEMANDA

VECTORES DE LA DEMANDA

VECTORES Y ESCALARES DE LA DEMANDA

- En el análisis de las tareas (duales) que se realizan de manera simultánea, debe establecerse los valores de la demanda de recursos de cada tarea.
- Se establecen VECTORES DE DEMANDA que se refieren a una colección de Escalares de la Demanda para cada tarea individual.
 - Representa una estimación de qué tanto depende el desempeño de la tarea con respecto a cada recurso del modelo.
 - Ejemplo: La Tarea A puede tener un nivel de demanda de 2 para el componente Auditivo-Espacial, mientras que la Tarea B puede tener un nivel de demanda de 0 para el mismo componente.

Escalares y Vectores de la Demanda

- “Cada tarea es codificada en términos de su dependencia de un recurso dado sobre una escala ordinal, dependiendo de las características de la tarea y de la dificultad general.”
- Se le asignan valores entre 0 y 3.
- Un valor de 0 significa que una tarea específica no depende del todo de un recurso en particular.

0=No hay dependencia

1=Alguna dependencia

2=Dependencia importante

3= Dependencia Extrema

Escalares y Vectores de la Demanda

- Conforme las tareas se vuelven más complejas, este valor puede incrementarse a 2 ó 3.
 - Para la mayoría de las aplicaciones, un sistema de codificación de tres niveles (0, 1, 2) es adecuado.
 - El simple monitoreo de una pantalla de computadora probablemente no comprenda un componente Respuesta-Verbal.
 - Un valor de 1 significa que una tarea específica demanda alguna cantidad de cierto recurso.
 - Conducir en un tramo recto de carretera sin tráfico durante el día puede requerir algunos recursos de Visual-Ambiente.

Escalares y Vectores de la Demanda

- Como ejemplos:
 - Mantener su auto en el centro del carril sobre una autopista despejada durante el día puede requerir recursos en los niveles perceptivo, cognitivo y de respuesta.
 - Escalares de la Demanda: Visual Focal (V_f)=1 Visual Ambiental(V_a)=1, Cognitivo Espacial (C_s)=1, Respuesta Espacial (R_s)=1
 - Vector de la Demanda: 1-1-1-1
 - Puntuación Total de la Demanda: 4
 - Puntuación Promedio de la Demanda $4/8 = 0.5$
 - Sin embargo, conducir sobre una autopista con muchas curvas en la noche puede demandar diferentes cantidades de estos mismos recursos.
 - Escalares de la Demanda: $V_f=2$, $V_a=1$, $C_s=1$ $R_s=2$
 - Vector de la Demand: 2-1-1-2
 - Puntuación Total de la Demanda: 6
 - Puntuación Promedio de la Demanda= $6/8=0.75$

Etapa	Recurso	Abreviación	Ejemplo
Percepción	Visual-Focal Visual-Ambiente	VF VA	Estimar distancias; mantenimiento de carril
Percepción	Visual-Espacial Visual-Focal	VA VF	Dirección y Velocidad de objetos Leer señales de tráfico
Percepción	Auditivo-Espacial	AS	Ubicación de audio
Percepción	Auditivo-Verbal	AV	Escuchar un mensaje
Cognición	Cognitivo- Espacial	CS	Rotación mental
Cognición	Cognitivo-Verbal	CV	Ensayando un número de teléfono
Respuesta	Respuesta- Espacial	RS	Varias actividades manuales
Respuesta	Respuesta- Verbal	RV	Hablar

Escalares y Vectores de la Demanda

Vector de Demanda									
Tarea	Percepción				Cognición		Respuesta		Suma de Recursos Demandados
	VA	VF	AS	AV	CS	CV	RS	RV	
Tarea A	2	1	0	0	2	0	1	0	6
Tarea B	1	1	0	0	1	0	1	0	4
Tarea C	1	2	0	0	1	0	2	0	6
Tarea D	1	0	0	0	0	1	0	1	3
Tarea E	2	0	0	0	0	1	0	1	4
Tarea F	0	0	0	2	0	2	0	2	6

(A)Conducir en la ciudad, (B)Conducir en línea recta zona rural, (C)Conducir en Curva zona Rural, (D)Dispositivo Vehicular cabeza arriba adyacente, (E)Dispositivo Vehicular Cabeza Abajo Consola, (F)Dispositivo Vehicular Auditivo

MATRIZ DE CONFLICTO

Un Ejemplo de Matriz de Conflicto

Tarea B Recursos	Tarea A Resources								
		Perceptivo				Cognitivo		Respuesta	
		VA	VF	AS	AV	CS	CV	RS	RV
	VA	0.8	0.6	0.6	0.4	0.7	0.5	0.4	0.2
	VF		0.8	0.4	0.6	0.5	0.7	0.2	0.4
	AS			0.8	0.4	0.7	0.5	0.4	0.2
	AV				0.8	0.5	0.7	0.2	0.4
	CS					0.8	0.6	0.6	0.4
	CV						0.8	0.4	0.6
	RS							0.8	0.6
RV								1.0	

Matriz de Conflicto

- Captura el grado con el cual dos tareas pueden interferir entre sí considerando todos los recursos representados en el dominio de interés.
- Esta es una matriz que muestra el grado de conflicto entre pares de recursos para tareas duales.
- El nivel esperado de interferencia recurso vs. recurso se establece de acuerdo a la experiencia del analista.
- El conflicto se representa por un coeficiente cuyo valor oscila en un rango de 0.0 a 1.0

Matriz de Conflicto

- Si dos tareas pueden perfectamente compartir un recurso, el valor del conflicto es 0.

Ejemplo:

Tarea primaria y secundaria pueden realizarse sin interferencia alguna

- Si dos tareas no pueden compartir un recurso, el valor del conflicto es 1.0
- Ejemplo:
 - Dos tareas demandando a la vez una respuesta hablada.

Cómo Obtener los Valores Dentro de una Matriz de Conflicto

- Cada par de canal tiene un valor de de conflicto de 0.2, en lugar de 0
 - Este es un costo fundamental de “conurrencia”
- Cada dimension agregada de recursos superpuestos incrementa el valor del conflicto por 0.2
- Los recursos cognitivos no comprenden la distinción de la modalidad Auditivo-Visual.
 - Por lo tanto, su conflicto con los recursos perceptuales (los cuales tienen esta distinción de modalidad) está definida como un valor promedio entre modalidades compartidas y separadas.

Cálculo de los Valores de Conflicto de CS y CV

		Tarea A							
Tarea B		Perceptivo				Cognitivo		Respuesta	
		VA/VS	VF/VV	AS	AV	CS	CV	RS	RV
	VF		0.8	0.6	0.6	0.4	0.7	0.5	0.4

$$\text{Valor de Conflicto CS: } \frac{0.8+0.6}{2} = 0.7$$

$$\text{Valor de Conflicto CV: } \frac{0.6+0.4}{2} = 0.5$$

Cómo Obtener los Valores Dentro de una Matriz de Conflicto

- Se puede asumir que los valores a lo largo de la matriz diagonal siempre tendrían un valor de 1.0 (es decir, los valores de conflicto entre la Tarea A RV y la Tarea B RV), no siempre es este el caso.
 - Dos respuestas manuales pueden mostrar alto valor (0.8), pero no un conflicto que haría imposible efectuarlas simultáneamente.
 - Las respuestas verbales no pueden ser compartidas y, por lo tanto, tiene un valor de conflict de 1.0

Cómo Obtener los Valores Dentro de una Matriz de Conflicto

- Los valores de conflicto pueden ser ajustados en ciertas circunstancias para tener en cuenta la separación física de los dos canales en cuestión.
- El valor de conflicto en el canal Visual-Focal puede ser reducido si las dos fuentes visuales están físicamente muy cerca una de la otra, en lugar de estar muy alejadas.

EJEMPLOS

De Horrey and Wickens (2003)

TAREA A Y TAREA D

CONDUCIR EN LA CIUDAD

DISPOSITIVO VEHICULAR CABEZA ARRIBA
ADYACENTE

CÁLCULO DEL PARÁMETRO DE LA DEMANDA TOTAL

EJEMPLO 1:TAREA A CON TAREA D

Vectores de la Demanda

	<u>V_f</u>	V _a	A _s	<u>A_v</u>	C _s	<u>C_v</u>	<u>R_s</u>	<u>R_v</u>	
Tarea A	2	1	0	0	2	0	1	0	0.75
Tarea D	1	0	0	0	0	1	0	1	0.37

(0 = nada; 1 = fácil; 2 = moderado; 3 = pesado)

Demanda Total: 1.12

La suma de las “demandas promedio” de los coeficientes asignados a los recursos de atención involucrados en la tarea representa una estimación nominal de la “dificultad” asignada a la tarea estudiada.

CÁLCULO DEL CONFLICTO TOTAL

Vector Demanda de la Tarea D

Vector Demanda de la Tarea A

Modelo de Conflicto (Horrey y Wickens, 2003)

	V _D	V _A	A _S	A _X	C _S	C _V	R _A	R _X	
V _D	1	0.8	0.6	0.6	0.4	0.7	0.5	0.4	
V _A	0		0.8	0.4	0.6	0.5	0.7	0.2	
A _S	0			0.8	0.4	0.7	0.5	0.4	
A _X	0				0.8	0.5	0.7	0.2	
C _S	0					0.8	0.6	0.6	
C _V	1						0.8	0.4	
R _A	0							0.8	
R _V	1								1.0

Conflicto = Suma (Celdas Activas) = 2.9

Constante de Normalización = $\frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Conflicto Máximo}} = \frac{6}{20} = 0.3$

Conflicto Normalizado = **0.87**
(Conflicto*0.3)

INTERFERENCIA TOTAL= 1.12 + 0.87= 1.99

INTERFERENCIA TOTAL: 1.99
(Demanda Total + Conflicto Normalizado)

20 celdas en el Modelo de Conflicto; Suma de las celdas = 20.0 = Max. Rango de Conflicto: 0.0 – 1.0(predeterminado = 0.2 = Costo de Concurrencia)

TAREA A Y TAREA F

CONDUCIR EN LA CIUDAD

DISPOSITIVO VEHICULAR CABEZA ARRIBA
ADYACENTE

CÁLCULO DEL PARÁMETRO DE LA DEMANDA TOTAL

Vectores de la Demanda

	<u>V_f</u>	V _a	A _s	<u>A_y</u>	C _s	<u>C_y</u>	<u>R_s</u>	<u>R_y</u>		
Tarea A	2	1	0	0	2	0	1	0	0.75	Media de la Tarea A
Tarea F	0	0	0	2	0	2	0	2	0.75	Media de la Tarea F

(0 = nada; 1 = fácil; 2 = moderado; 3 = pesado)

DEMANDA TOTAL: 1.5 Suma de Medias de Tareas

CÁLCULO DEL PARÁMETRO DE LA DEMANDA TOTAL

Vector Demanda de la Tarea F Vector Demanda de la Tarea A

Modelo de Conflicto (Horrey y Wickens, 2003)

	V _F	V _A	A _B	A _X	C _B	C _X	R _B	R _X
V _F	2	1	0	0	2	0	1	0
V _A	0	0.8	0.6	0.6	0.4	0.7	0.5	0.4
A _B	0		0.8	0.4	0.7	0.5	0.4	0.2
A _X	2			0.8	0.5	0.7	0.2	0.4
C _B	0				0.8	0.6	0.6	0.4
C _X	2					0.8	0.4	0.6
R _B	0						0.8	0.6
R _X	2							1.0

Conflicto = Suma (Celdas Activas) = 1.1

Constante de Normalización = $\frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Conflicto Máximo}} = \frac{6}{20} = 0.3$

Conflicto Normalizado = **0.33**
(Conflicto*0.3)

INTERFERENCIA TOTAL= 1.5 + 0.33= 1.83

INTERFERENCIA TOTAL: 1.83
(Demanda Total + Conflicto Normalizado)

20 celdas en el Modelo de Conflicto; Suma de las celdas = 20.0 = Max. Rango de Conflicto: 0.0 – 1.0(predeterminado = 0.2 = Costo de Concurrencia)

FÓRMULA COMPUTACIONAL

Componente de la demanda

Componente del conflicto

Componentes de la Fórmula Computacional

- La formula computacional consiste de dos componentes:
- Componente de la Demanda
 - Este componente penaliza el par de tareas por su valor de demanda total de recurso utilizado.
- Componente del Conflicto
 - Este componente penaliza el par de tareas de acuerdo al grado de conflicto entre pares de recursos con valores de conflicto diferentes de cero.

Componente de la Demanda

- Para calcular este componente
 - Toma el promedio del valor de la demanda total del recurso, a lo largo de todos los componentes incluidos del recurso
 - Tarea A tiene un valor de demanda total de recurso de 6 a entre 8 componentes del recurso
 - $6/8 = 0.75$
 - Tarea D tiene un valor de demanda total de recurso de 3 a través de 8 componentes del recurso
 - $3/8 = 0.37$
 - Simplemente agrega estos dos valores para cada par de tareas
 - Componente de la Demanda para AD: $0.75 + 0.37 = 1.12$

VALOR DE INTERFERENCIA TOTAL

Valor de Interferencia Total

- El Valor de Interferencia Total es simplemente el Componente de la Demanda agregado al Componente del Conflicto para una combinación de tarea dada.
- Del ejemplo previo:

Tarea	Componente de la Demanda	Componente del Conflicto Normalizado	Valor de Interferencia Total
AD	1.12	0.87	1.99

El Valor de Interferencia Total para un par de tareas es un valor *relativo*, no un valor absoluto.

Conclusiones

Según Wickens (2002), afirma que el MRT y su modelo computacional es más aplicable en un entorno de alta demanda multi-tarea.

Se puede emplear de una manera intuitiva o informal, ayudando a guiar a los diseñadores en la toma de decisiones.

Ayuda a identificar los períodos en los que dos tareas (o más) deben ser realizadas simultáneamente.

Conclusiones

Se necesita más investigación y el MRT y el modelo enfrenta los desafíos que han sido señalados por Wickens (2008):

- Debe incluirse una nueva dimensión de modalidad perceptual relacionada con la entrada táctil. (Boles et al., 2007).
- El examen de otros mecanismos no relacionados con los recursos también son componentes de la varianza en el desempeño esperado para tareas duales. (Hirst and Kalmar, 1987).
- El modelo no es capaz de caracterizar la demanda de recursos en una sola escala para utilizar carga mental de reserva. Esto ayudaría a establecer una referencia de la cercanía a una región de sobrecarga de trabajo. (Hart and Wickens, 1990: Grier, 2008).

Conclusiones

- Se necesita una mejor comprensión del modelo en lo relacionado con asignación de recursos de atención.
- Por lo general, esto ha sido establecido en el laboratorio, sin embargo durante la ejecución de las tareas primarias y secundarias, en el mundo real, muchas distracciones y las interrupciones se producen y no puede ser representado en el modelo. (Tsang, 2006; Trafton and Monk, 2008).

Conclusiones

- Además, las aplicaciones en situaciones del mundo real como multi-tareas en ambientes de tecnología de manufactura avanzada interacciones presentan oportunidades para la investigación.



Referencias

- Wickens, C. D., and Hollands, J. G. (2000). *Engineering psychology and human performance* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall
- Horrey, W.J. & Wickens, C.D. (2003). Multiple resource modeling of task interference in vehicle control, hazard awareness and in-vehicle task performance. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Human Factors in Driving Assessment, Training and Vehicle Design*. Park City, UT.
- Wickens, C.D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomic Science*, 3(2), 159-177.
- Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and Mental Workload. *Human Factors: The Journal of The Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 50, No. 3. 449-455. DOI 10.1518/001872008X288394.
- Boles, D. B., Bursk, J. H., Phillips, J. B., and Perdelwitz, J.R. (2007). *Predicting dual-task performance with the multiple resource questionnaire*. *Human Factors*, 49, 32-45

Referencias

- Hirst, W. J., and Kalmar, D. (1987). *Characterizing attentional resources*. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 68-81
- Hart, S.G., and Wickens, C. D., (1990). Workload assessment and prediction. In H. R. Booher (Ed.), *MANPRINT: An approach to systems integration* (pp. 257-296). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Grier, R. (2008). *The redline of workload: Theory, research and design*. A panel. To be presented at the 52nd Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, September 22-26, in New York.
- Trafton, J. G., and Monk, C. A. (2008). Task interruptions. In D. A. Boehm-Davis (Ed.), *Reviews of human factors and ergonomics* (Vol. 3, pp. 111-126). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Tsang, P. (2006). Regarding time-sharing whit convergent operations. *Acta Psychologica*, 121, 137-175.