Attention, Perception, & Psychophysics
2009, ?? (?), ???-???
doi:10.3758/APP.

Attentional capture is contingent on the interaction between task demand and stimulus salience

Shena Lu
Peking University, Beijing, China
and Zhejiang University, Hangzhou, China

and

Shihui Han
Peking University, Beijing, China

e e e c e e e e c e e ce e - e e c ee ec. e c e e e c e e e e e ce e e e . e e 1, e e e e e e - e ce e e e e e . e e e e , e e c ee ec e e e - c c e e e - c c . e e 2, e e ce e e e e e . e e , e e e c e e , e e e e e e e c . e e 3, e e ce e e e e . e - e e c ee ec e e e e c e e e e e ec e e e e ce c e e . e e e e ec c e c c e e c e e, e e e ec c e .

e e ec e e c e , 1 , & , 1 4, & e, c e e e - ec e - e 1 4). e e, e e ce e c c e e. e e e e e e e e e. ee e' e, e - ec e e cc e c e e c e e e e , e c e e , e ec e *goal-directed*, e e e . e e e e e e e c. ee e *top-down*, *endogenous*. e e e e e e c e e e, c e e e e e , e ec e c e ( ) e e e e e, e e e - e *stimulus-driven*, *bottom-up*, *exogenous*. c e ce c . c , e e c- e e c e e ee e e- e e , e e e ce e ec , c e e e - ee e c c e e e c e e e - e , e e e e, e c e e e e e e - *attentional capture* e e e (e - e ce e e e e e e e e , ee c e e e , 2003 , , 2000). e , - e ec e e e e c ee e e e c- e e. e e, c e c . , e e e c e e e e e e e e e e , ee e' e e e , e e e , e e e e e ec e, c (ee e , 1 1 , 1 2, 1 4). ec , e e e c - e c e c e c . , e e e e c e e - ee e c c e e - e' e c e e c e c . e e e e ec e c e (, e , & , 1 2, , e e e e e , e ee e e e - e , & , 1 4). , e e e c e e e e e e c e e e- c e c e e e e e e. , c c e e c *abrupt onset* (e & e c c e c e e .

S. Lu, snlu@zju.edu.cn; S. Han, shan@pku.edu.cn

, 2005, , 2004, , 2004, . (1 2). , 1), , 2004, , 2003). , 2003), (, 2006, , 2005), 2003), . (1 2) , 2005).

contingent involuntary orienting hypothesis,

., 1 4). , 2002, , 2002). (2000) 1 4, , 1 4, 100 (2001) 1 4). (1 0) , 1 5, , 1 1). (1 7) . (2005)

new-object hypothesis,

, 1 3, , 1 4).

EXPERIMENT 1

Method

Participants. 24 [illegible] (6 [illegible], 4 [illegible], [illegible], 20 24 [illegible]) [illegible].

Stimulus and Procedure. [illegible] 57 [illegible]. [illegible] 0.7 × 0.7 [illegible], [illegible] (1.2 [illegible]), [illegible] 5.7 [illegible]. [illegible] 3.0 c / ². [illegible] 27.0 c / ². [illegible] 1.0 [illegible]. [illegible] ±30 ([illegible] 1) ±15 ([illegible] 1). [illegible] 2,500 [illegible].

Design. [illegible]

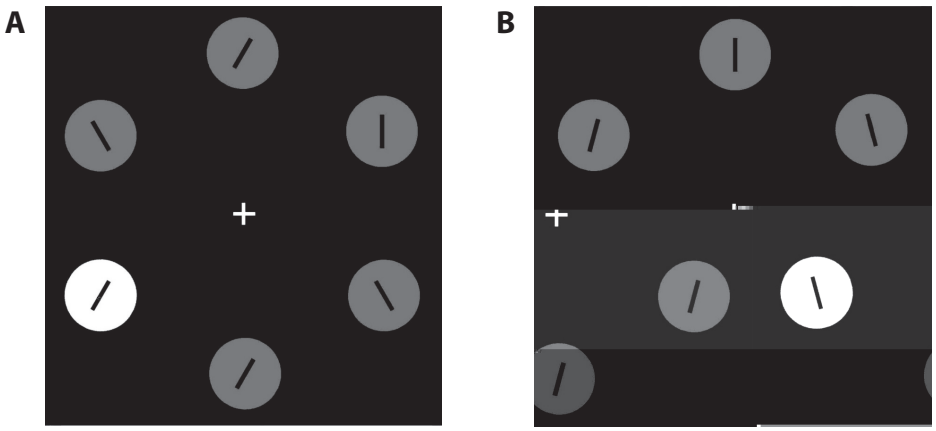

Figure 1. Sample stimulus displays for (A) the low-difficulty condition and for (B) the high-difficulty condition of Experiment 1. The participants' task was to search for the vertical target line among gray disks containing tilted distractor lines, with one disk being brighter than the other homogeneous disks. In both conditions, the luminance value of the nonsingleton disks was 3.0 cd/m² (shown here as dark gray) and the luminance value of the singleton disk was 27.0 cd/m² (shown here as light gray). In (A) the low-difficulty condition, the distractor lines had a tilt of either +30º or −30º from vertical, randomly. In (B) the high-difficulty condition, the distractor lines had a tilt of either +15º or −15º from vertical, randomly. In both conditions, the location of the target line was uncorrelated with the location of the luminance singleton disk. In this example, representing display size six, the target line is not presented inside the singleton disk.

(, e , *present singleton*), e e e e (*present nonsingleton*), e e . c c e e e c . e c c , e c e cc e e e . e , e e e e e e e e e . e e e e e , e c ce e e e e , , e e ee, e e e e e e - e e, e e , e e, e e e e e e e e - e e. e , e e ce e e c e e e e ce e , ec e e e e e c e e e e . e c c c , e3 e- e e e c e e - e c . e e e e c c c . c c ece e e e e c 6 e c c c . e e e e e e c e c , e e . c c c e e c e c ce c 60 e e e e e e c e c c c ec e - - e e e e e e e e c. e e c c , e e e e. e e e e e e e 1.5 , c e .

Results

e e e e e , e e e c e . , c ec e 300 ec e e 3 e e e e e e. e e e 3 % e e - e e e e. e e - - c c e e e2, e e e e e1. e e e - e e e , e e e e e e e e e c e e e e e c (c c), - e (ee), e e (e e e e e e e) c . e e e e e e ec e $F(1,) = 65.72$, $p < .001$ e e $F(1,) = 14.25$, $p < .005$. e e ec c c , e e e - e - c c - $F(1,) = 65.77$, $p < .001$, c e e - c c ee e e - c c . e e e - c e c e ee c e $F(1,) = 44.2$, $p < .001$, e e c ($p > .14$). , e e e e e e e ec c $F(1,) = 1 . 6$, $p < .003$ e $F(1,) = 12.44$, $p < .007$, - c e c e ee c e $F(1,) = 6.15$, $p < .036$. e ee- e c c $F(1,) = 5.61$, $p < .043$. e e e e ec e e $F(1,) = 0.40$, $p > .50$ e - e c ($p > .40$) c e c ce. e e e e e e e e , e c ee cc c e- . e e e e e c e ce. e e e, e e - e e e c c e e e e e e e e , e e e e c . e - c c , e e e e e c e ec e $F(1,) = 26.1$, $p < .002$ e e $F(1,) =$ 6, $p < .013$. e e c e ee e e c e $F(1,) = 6.13$, $p < .036$, c e e e e ce e ee e e e e - e e c . e e, e e e e e e - e c 27.0 ec/ e , c c e e e $t( ) = 3.30$, $p <$

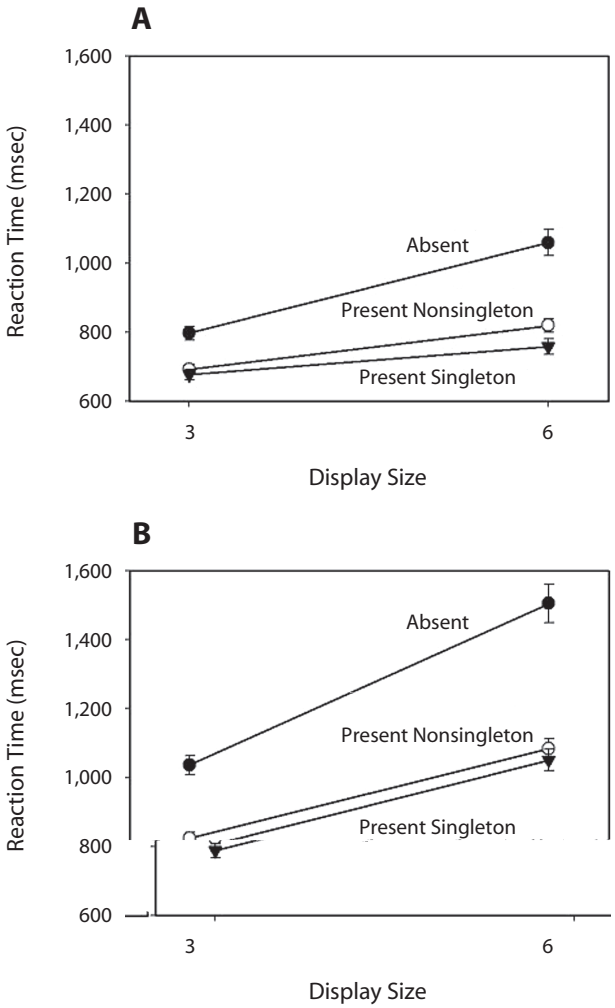

Figure 2. Mean reaction times in (A) the lo(5)5w-difficulty condition and in (B) the high-difficulty condition of Experiment 1, plotted as a function of displa(5)5y size for targbsent, targesent nonsingleton, and targesent singleton trials.

.010 . e e e e e - e c 42.3 ec/ e . e e e e e c c 0.43. , e e e e e c e ec .

Tab 1
Error Rates (Percentagby Displa(5)5y Size and TargType in the Lo(5)5w-Difficulty and High-Difficulty Conditions for Experiment 1

e - c c , e e e c e ec e $F(1,) = 76.77, p < .001$, e ec e e $F(1,) = 4.1$, $p > .070$. e e c e ee e e e c ce $F(1,) = 0.01, p > . 23$, c - e e e 0(e)5 e - e e c e . e e, e e e e 7.3 ec/ e e e e - e c 6.5 ec/ e e e e - e c . e e e −0.06, c c e e (e)5 - c c $t( ) = 2.27, p < .050$. , e e e e e e e e ec e $F(1,) = 11.47, p < .00$.

Discussion

e e e e e 1 e e e e (2006). e (e)5 - c c , e e e e e e ce e ee e e e 0(e)5 e - e e c , e e e ce e e e e e e , e e e e c e e . e - c c , (e)5 e e (e)5, c e e ce e ee e 0(e)5 e - e e e e e , e e e e e - e (e)5 - c c e e - e e e c . e c e c e e e e e e e e ece e e e e - e (3 5 -) 0 e cc . e e, c cc e e e e . e e c e e , e e ec e e . , e e e e e 0(e)5 e e e (e)5 e e c e .

EXPERIMENT 2

e e e 2 e e e e ce e c e. e e e - e ce e e e - ce e e e c . e ce e e e e c c e e e e e e ce e 0(e)5ee e e e e e e . , e ce e e e e e e e , e e e e ce e . e e ec e e - e ce e ce e e (e)5, -e e e e e e e e c e e e ce e e (e)5 e .

Method

Participants. e c e e e (4 e, 6 e e, e e, 21 30 e e c ec e - - e e e e e e e e e e .

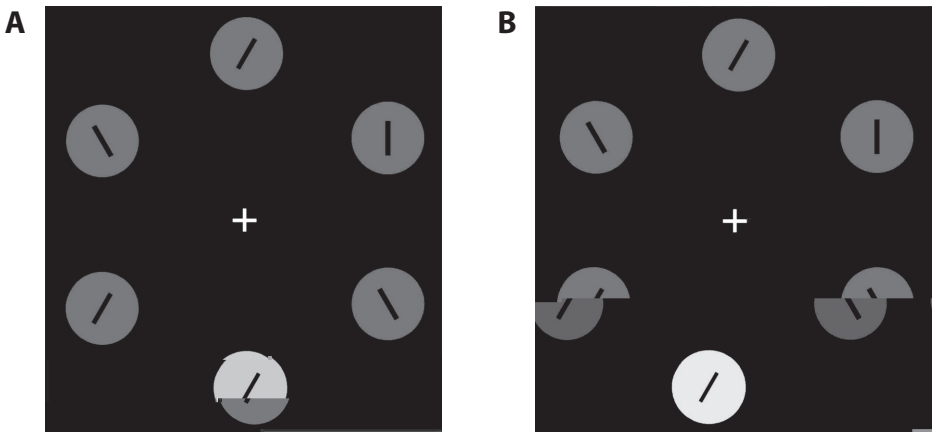

Figure 3. Sample stimulus displays for (A) the low-salience condition and for (B) the high-salience condition of Experiment 2. In both conditions, the distractor lines had a tilt of either +30º or −30º from vertical, randomly, and the luminance value of the nonsingleton disks was 3.0 cd/m² (shown here as dark gray). In (A) the low-salience condition, the luminance value of the singleton disk was 9.0 cd/m² (shown here as medium gray). In (B) the high-salience condition, the luminance value of the singleton disk was 27.0 cd/m² (shown here as light gray). In both conditions, the location of the target line was uncorrelated with the location of the luminance singleton disk. In this example, representing display size six, the target line is not presented inside the singleton disk.

Stimulus and Procedure. e ce e e e e e e e 1, e e ce . , e e ee e c e e c e ±30 . ec , e ce 3.0 c / ², e ce e e e e e .0 c / ² (e e e ce, ee e 3) 27.0 c / ² (e e e ce, ee e 3). e e e - e ce c e e e c e e - c c e e 1.

Design. e e e ee e e. e e ce, e, e e. e e e ce e e e ce e ce, e e e ee ee , e ee e e e e - e e e , e - e e e , e e. e c c , e c e e ce e c e cc e e e , e ee e - e e e c e e e e c e c e - e c , c 12 e e e e . e e e . c c ece e c ce c 60 e e e c 144 . e ec e e e e e c e e e 1.

Results

e e e , e 3.2% e e - e e e e e . e e - e ce - e ce c e e e 4, e e e e e e 2. e e e - e e e , e e e e c c e e e e e e ce (e ce e ce), e (ee), e e (e e e e e e) c- . e e e e e e e ec e $F(1,) = 3 .14, p < .001$ e e $F(1,) = 1 .0 , p < .003$, e c ee- e c $F(1,) = .20, p < .015$. e e e e ec e e ce $F(1,) = 0.06, p > .800$ - e c ($p > .10$) c e - c ce. , e e e e e e c e ec e $F(1,) = 10.85, p < .010$. e e e e e ce e e ce. e e e, e e - e e e c e e ce c e e e e e e e e , e e e c . e - e ce c , e e e e c e ec e $F(1,) = 27.5$, $p < .002$ e ec e e $F(1,) = 3.7$, $p > .080$. e e c e ee e e e c c ce $F(1,) = 0.07$, $p > .800$, c e e e e - e e c e . e e, e e e e 32.2 ec/ e e e e - e c 34.0 ec/ e e e e - e c . e e e e e c c e e . , e e e e e c e ec . e - e ce c , e e, e e e e c e ec e $F(1,) = 53.$, $p < .001$ e e $F(1,) = 11.25, p < .00$. e e c e ee e e c e $F(1,) = 11.13, p < .010$, c e e ce e ee e e e e e - e e c . e e, e e e e e - e c 15. ec/ e , - c e e e $t( ) = 4.17, p < .003$. e e e e e e c 34.5 ec/ e . e e e 0.4 , c e e e - e ce c $t( ) = 3.4$, $p < .00$. , e e e e e e e ec e $F(1,) = 5.34, p < .047$.

Discussion

e - e ce c , e e e - e e ce e ee e e e e - e e c- , e e e e ce e

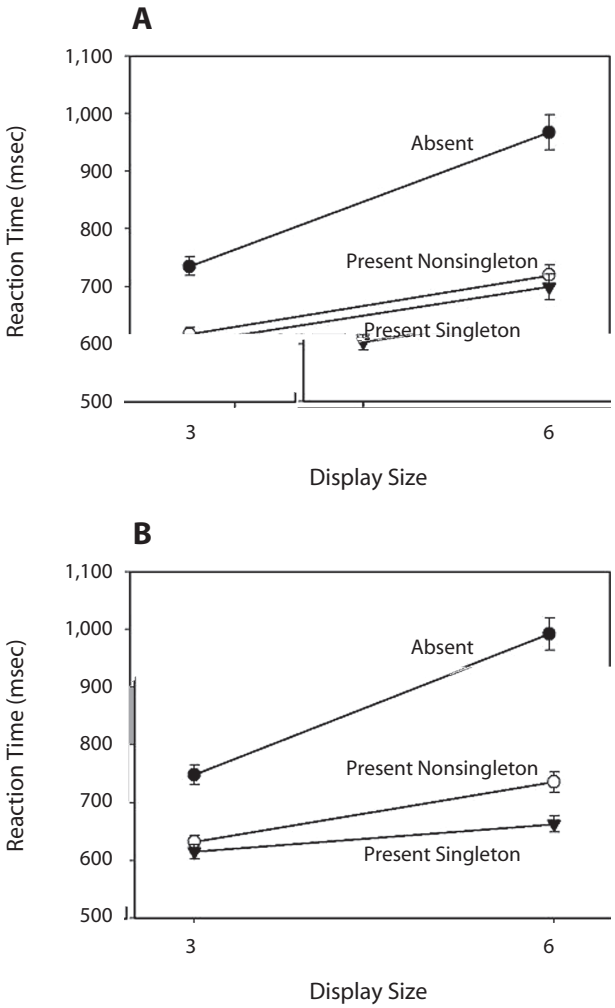

Figure 4. Mean reaction times in (A) the low-salience condition and in (B) the high-salience condition of Experiment 2, plotted as a function of display size for target-absent, target-present nonsingleton, and target-present singleton trials.

e ce ece e e e e e e . e - e ce c - , e e, e e e c e e ce e ee e e - e e e , e c e e e - c c e e 1. e -

Table 2
Error Rates (Percentage) by Display Size and Target Type in the Low-Salience and High-Salience Conditions for Experiment 2

	e	
e	3	6
e ce		
e	2.7	2.1
e e e	3.2	5.3
e e e	4.2	6.1
e ce		
e	2.0	1.
e e e	2.3	5.6
e e e	2.5	4.4

c e e e e e - e e e ece e e e e - e ce c . e e e 2 e e ce e , e e e - e e c e e c e e e - e ce e . e e e ee e c e e c ee e ' (2004) e cc , e e e e e - e e e . e e 2, e e e e e e e ce c - e e c ec e e e . , e e e , e e e ce, e e e e e e c e , cc e cc . e e c e c , e e e e 2 - e e ce e c e e e ece c e c e. e - ce e ce ee e c e e e e c , c e e e e e (e. ., ee e , 1 2, 1 4), e e - e e e c e e e ce, e e e e c c e e e e .

EXPERIMENT 3

e e e e ce e - c e e e e e e e 1 2, e ec e . e e e e e e e e e e e e c e - e ec e e e c e e c e e e - e ce. e e e e e c e ee e - e ce e c e, e e e e e , e e e e e c c e e e.

Method

Participants. e c e e e (4 e, 6 e e, e e, 1 26 e) e e ee . c ec e - - e e e e e e e e e e . **Stimulus, Procedure, and Design**. - ec c - e e e . c (c c), e e ce(e ce e ce), e(ee), e e(e e e , e e e , e). c c e e e 2 e e . c e c e c 1 2 e c c c . e c e e e e c e 1 e e e 2, e e e e. e c c c , e ee e - e e e c e e e e ce c e - e c , c 12 e e e . e e e e c c c . e ec e e e c e e e 1 2.

Results

e e e , e e e e c c e e ce. c e ce, c e ce, c e ce, c e ce.

e , e 4.1% e e e e- e . e e c c e e e 5, e e e e e 3. e e e - e e , e e - e e c c e e e e c (c c), e- e ce (e ce e ce), e (ee), e e (e e e e - e e) c . e e e e e ec c $F(1,) = 245.42$, $p < .001$, e e ce $F(1,) = .47$, $p < .014$, e $F(1,) = 7.05$, $p < .001$, e e $F(1,) = 7.76$, $p < .022$. e e c e - c e ee c e $F(1,) = 70.00$, $p < .001$, c e c e ee e- e ce e $F(1,) = 13.7$, $p < .006$, c e c e ee e e ce e e $F(1,) = 11.0$, $p < .00$. e ee- e c e ee e e ce, e, e e c $F(1,) = 5.4$, $p < .045$. e e c c e ce ($p >$ .070). , e e e e e e e ec c $F(1,) = 14.7$, $p < .005$ e $F(1,) = 1.54$, $p < .003$. e e e e c e ec - c e e ce e ce. e e- e, e e - e e e c c c e e e e e e e e , e e e c . c c , e e e e c e ec e ($F >$ 2.57, $p <$ .001). e e ec e e e e c e - c , - e ce c $F(1,) = 40.11$, $p < .001$ e - c , - e ce c $F(1,) = 10.1$, $p < .012$, e e c e e c - c ($p >$ .50). e - c , - e ce c e e c e ee - e e e c $F(1,) = 16.04$, $p <$

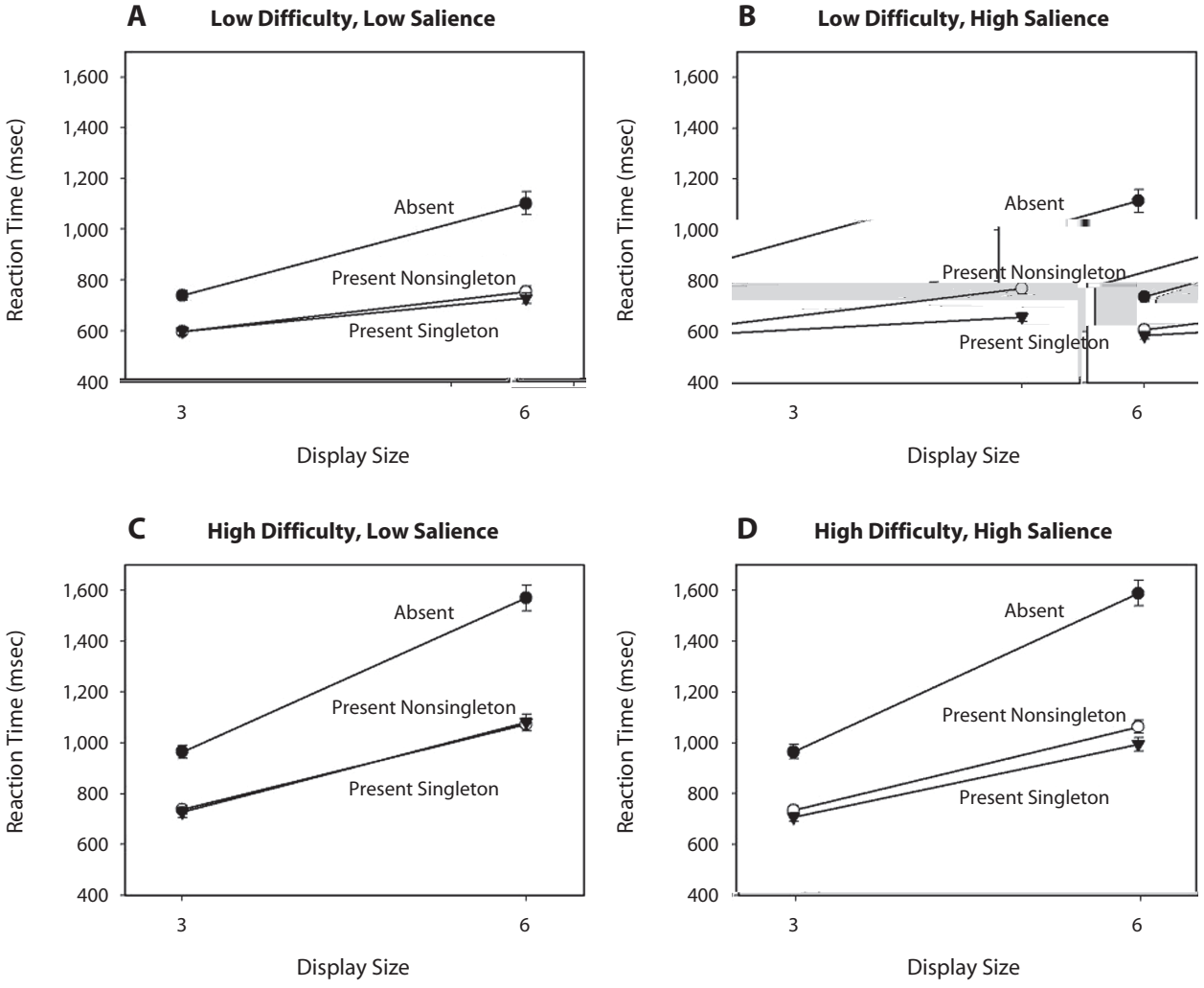

Figure 5. Mean reaction times in (A) the low-difficulty, low-salience condition, in (B) the low-difficulty, high-salience condition, in (C) the high-difficulty, low-salience condition, and in (D) the high-difficulty, high-salience condition of Experiment 3, plotted as a function of display size for target-absent, target-present nonsingleton, and target-present singleton trials.

Table 3
Error Rates (Percentage) by Display Size and Target Type in Each Combination of Task Difficulty and Singleton Salience for Experiment 3

	e	e	
		3	6
c ,	e ce		
	e	2.0	0.
	e e e	2.7	3.
	e e e	2.2	5.6
c ,	e ce		
	e	1.5	1.6
	e e e	2.♣	3.
	e e e	1.3	5.6
c ,	e ce		
	e	1.5	6.5
	e e e	3.	.0
	e e e	4.7	10.6
c ,	e ce		
	e	1.6	♣.4
	e e e	3.♣	.0
	e e e	4.7	♣.♣

.004 , c e e ce e ee e e e e- e e c . e e c e ee e e e c c e e c ($p > .0$ 5). e e e e e e c e ec e c c ($F > 4.76, p < .05$). e e c e e e ec e e e e c c e e c c e e e 4. e e, e e e e e e e e- c e e ce c . e e ec c c $F(1,) = 20.$ 7, $p < .002$, c e e e - c c - e e e - c c . e e ec e e ce c $F(1,) = 6.$ ♣, $p < .02$♣ , c e e e - e ce c e e e - e ce c . e e , e e c e ee c e e ce - c e $F(1,) = 7.53, p < .024$, c e e ee e e e - e ce c e e e - e c c , e e ee e e c c e e e - e - e e ce c .

Table 4
Search Slopes (in Milliseconds) by Target Present Type and Respective Mean Slope Ratio in Each Combination of Task Difficulty and Singleton Salience for Experiment 3

		e e e	e	e
		e	e	
c ,	e ce	52.04	43.34	0.11
c ,	e ce	54.70	24.♣♣	0.54
c ,	e ce	111. 3	117.6♣	−0.04
c ,	e ce	10 .52	5.46	0.0

Discussion

e e e , c e - e ce e e e , c c e c c c . e e - e e e e e e ce e ee e e e - e e e e e e - c , - e ce c , e e e - c , - e ce c e - c , - e ce c , e c e e - e e 1 2. , c e e ce e e e - c , - e ce c . e e, e e e e e e e - e e e c e e - c c e e c e ec e - c c e c e e ce. e e e e c e ec e ee c e e ce c e e e e e e e c e c e e e e e e e e e . , e e e e e e e e ce e - c , - e ce c .

GENERAL DISCUSSION

e e e e ce e e e - e e ce e e ce e c e. e e 1, e c e - e (2006), e e ec e - e e e e c e e e e ec e e c . e e 2 e e ec e , e e e e - c e e c e e e e ce. e e 3 e e e e e e- c e e e e e e e ce. e ee e e e e e e e e e e e e e e e cc e ce e e c c c e e e e e c e e e . e e e e , e e e e c e e ec c e c e ee e e e e e e e e e e e e e e - e ce. e e e c c e e e e e (e. ., e, 2000) e ce (e. ., ee e , 1 4), e ec e , e e e c e c e e e e e e c e ee e c c c e c e. e e , e e e ec e e e e e e c ec e e c , e c - e c e e e ce e e ec- e e e - e e e e e e , e e e e e e- ce . e e e e e c e e ce , e e e e e ce e e e e e e e e - , e e e e e e e e e c . e c e e e e ce , e e e e ce

AUTHOR NOTE

This research was supported by National Science Foundation Grant (BCS 30630025), Chinese Academy of Sciences Grant (20070410011), National Natural Science Foundation of China Grant (07 002), and Ministry of Science and Technology of China Grant (2006CB 03 03). We thank Jan Theeuwes, Charles Folk, and Howard Egeth for their helpful comments on an earlier version of this article. Correspondence concerning this article should be addressed to J. Fan, Department of Psychology, Queens College, 65-30 Kissena Boulevard, Flushing, NY 11367-1597 (e-mail: jfan@qc.edu).

Note—Accepted by the previous editorial team, when Thomas H. Carr was Editor.

REFERENCES

ABRAMS, R. A., & CHRIST, S. E. (2003). . *Psychological Science*, **14**, 427-432.

BACON, W. F., & EGETH, H. E. (1 4). - e. *Perception & Psychophysics*, **55**, 4 5-4 6.

BELOPOLSKY, A. ., ZWAAN, L., THEEUWES, J., & KRAMER, A. F. (2007). . *Psychonomic Bulletin & Review*, **14**, 34- 3 .

BERGER, A., HENIK, A., & RAFAL, R. (2005). . *Journal of Experimental Psychology: General*, **134**, 207-221.

CASTRO-ALAMANCOS, M. A., & OLDFORD, E. (2002). - . *Journal of Physiology*, **541**, 31 -331.

COLE, G. G., KENTRIDGE, R. W., & HEYWOOD, C. A. (2004). . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **30**, 464-477.

FOLK, C. L., & ANNETT, S. (1 4). ? *Perception & Psychophysics*, **56**, 277-2 7.

FOLK, C. L., REMINGTON, R. W., & JOHNSTON, J. C. (1 2). . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **18**, 1030-1044.

FOLK, C. L., REMINGTON, R. W., & WRIGHT, J. H. (1 4). . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **20**, 317-32 .

FRANCONERI, S. L., HOLLINGWORTH, A., & SIMONS, D. J. (2005). ? *Psychological Science*, **16**, 275-2 1.

FRANCONERI, S. L., & SIMONS, D. J. (2003). . *Perception & Psychophysics*, **65**, -1010.

FRANCONERI, S. L., SIMONS, D. J., & JUNGE, J. A. (2004). - . *Psychonomic Bulletin & Review*, **11**, 76- 1.

GELLATLY, A., COLE, G., & BLURTON, A. (1). ? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **25**, 160 -1624.

GIBSON, B. S., & KELSEY, E. M. (1). . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **24**, 6 -706.

HANDY, T. C., SOLTANI, M., & MANGUN, G. R. (2001). . *Psychological Science*, **12**, 213-21 .

HILLSTROM, A. P., & YANTIS, S. (1 4). . *Perception & Psychophysics*, **55**, 3 -411.

HORSTMANN, G. (2002). . *Psychological Science*, **13**, 4 -505.

JONIDES, J., & YANTIS, S. (1). . *Perception & Psychophysics*, **43**, 346-354.

JUOLA, J. F., KOSHINO, H., & WARNER, C. B. (1 5). . *Perception & Psychophysics*, **57**, 333-342.

LAMY, D., & EGETH, H. E. (2003). - . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **29**, 1003-1020.

LAMY, D., LEBER, A., & EGETH, H. E. (2004). - . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **30**, 101 -1031.

LAVIE, N. (2000). . . & . (.), *Attention and performance XVIII: Control of cognitive processes* (. 175-1 4). , . .

LU, S. (2006). . *Psychological Science*, **17**, 101-102.

LU, S., & ZHOU, K. (2005). - . *Psychonomic Bulletin & Review*, **12**, 567-572.

MARTIN-EMERSON, R., & KRAMER, A. F. (1 7). - . *Perception & Psychophysics*, **59**, 73 -751.

O'CONNOR, D. H., FUKUI, M. M., PINSK, M. A., & KASTNER, S. (2002). . *Nature Neuroscience*, **5**, 1203-120 .

PROULX, M. J., & EGETH, H. (2006). - . *Psychonomic Bulletin & Review*, **13**, 524-52 .

RAUSCHENBERGER, R. (2003). - . *Psychonomic Bulletin & Review*, **10**, 14- 42.

RAUSCHENBERGER, R. (2003). . *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **29**, 600-615.

REMINGTON, R. W., JOHNSTON, J. C., & YANTIS, S. (1 2). . *Perception & Psychophysics*, **51**, 27 -2 0.

SERENCES, J. T., SHOMSTEIN, S., LEBER, A. B., GOLAY, X., EGETH, H. E., & YANTIS, S. (2005). - . *Psychological Science*, **16**, 114-122.

e e e e . *Perception & Psychophysics*, **63**, 2 6-2 7.