

**SPEECH INTELLIGIBILITY, SPATIAL UNMASKING, AND REALISM IN  
REVERBERANT SPATIAL AUDITORY DISPLAYS**

-

Boston University Hearing Research Center,  
Departments of Cognitive and Neural Systems and Biomedical Engineering

ear a e e d f f e e c e (ILD), a d e c a a e, e  
 a u e f i c e d e c [10, 18, 37, 40]. P e r  
 e i e a e e i b e c c a e  
 (c d c e d a d e a e - e d c a b, a d b a d  
 $T_{60} = 650$ ) a d e c a a a c c a c  
 d e d e a d e d ( e a c a a e a e c e a e d  
 b 25%), b r d a c e e c e f c a  
 e a c e d (b a d e f a i d e) c a e d  
 a e c c a c e [39, 40].  
 I a d d f i e c a a e c e, e c e a d  
 e e b e a a e e e a d a e e a  
 e a c a a e e. I a c a, e c e a d e e b e a  
 e d e a e a a i d e d a  
 a c a a e d a f e e c e [41-46].

#### 4. SPEECH IN REALISTIC ROOMS

F a - e a d - a e f a e e c a, i c a  
 e e a a c i c f e a e a e c e e d b  
 e a e e e c e a e a c f e e ( c  
 c a e e e d a e). H e e, f e e  
 e e c d, f a c e e d c a e  
 e e e e a d f e e c; e, i c f e  
 f a a e e c a c e e d b e a  
 d a e e e e f e e e f e e e c a  
 a e a c f e e c [47-49].

B e c a e e c e a d e e b e a c a e d c e e e  
 e a d a e, e c e a d e e b e a c a d e a d e  
 e e e b e a c c e e  
 H e e, f e e d a (e., e a e a),  
 e e a e e f e c e a d e e b e a  
 c a e d e d a e e c, a d  
 e c e a d e a d a e, a e a e e a e c e e  
 e e e d e c d (e., e e [42]). O f c i e, e  
 e e f e e f f e c f e c e a d e e b e a e  
 a a e e a a e e c a f e e c e  
 e a e e e e b e c a e d e c d e e a e  
 d e c a d d a c e.

T e e f f e c a e d e F r e l, c a a  
 a e f a e e c a e a c e e f e a a e c c  
 a c e ( b a c) i e e d e e e a a a d  
 e a c e e a a a ( d e a e - e d) c a ( e d  
 a a) f a i c e a a d a c e f l a d a i f 90.  
 ( e e a a e c a a e e a).  
 T e e e e e e a e d b e a e e a d - e a d  
 e e e ( H R I R) e c a i a  
 a a e e e e c e c e, e e c e a  
 e e c a e f e e e e d - a e c H R I R  
 ( e c e c e a d e e b e a e e e e d  
 e e d e). e e b e a H R I R ( c b e  
 d e c a d e e b e a c e e e c d e d).

R e t a e c e a d e e b e a a e e  
 a e e f f e c e a a a e a e e e i c e  
 a 90. e a d e e f e a a c d e d. I  
 e e c a e, e d e c d e e e a e  
 e a d a e f e c e f e e c e a d e e b e a.

#### 5. SPATIAL UNMASKING OF SPEECH IN ROOMS

E c e a d e e b e a c a e d e a d a b  
 d e c a e a a d e e c e e b; i, e c e  
 a d e e b e a a d e a d e e b e e f f a a  
 e a a f a e a d a e i c e e e c  
 e b

I d e e a e e a e c e c e a d  
 e e b e a f i e c e a a a, a d a  
 c d c e d d e e a d e. T a e a d a e a

e e i a e d a d f f e e c a i e e r d -  
 a e c c a d e e b e a H R I R i e d e c e e  
 F r e l. T e a e a a e a d - a e e,  
 c a a a a e a a d e a a d e c f f  
 e e e e a a d a c e f 15 c. T e a e a e e  
 e e e e e c e a e d a e f e e e d a c e  
 (0.15, 1, 2) a d d e c (0. a d 90.) f  
 H R I R e e e a e d, e a d f f e e a e / a e  
 a a c f a

F e a c a a c f a, i b e c e e e e d  
 e e b a r a, e e f e a, a d  
 e e e a, a d e c a a f e a d a a e  
 f b a a c e. T d f f e e c d e e  
 e e d f e a c a a c f a a d e a c d,  
 e a a a e c c a c e a d e e a  
 e e b e a c d

F e a c c d, e e c e e e d e e  
 e a t e d a d e b a e a e e 50% f  
 e e e c e e d e e d e f a. E a c e d a  
 e a t e d f i e e a e f a e d. F i  
 a - e a i b e c c e e d e a c e  
 F i e 2 e a e e d f e d e c - i d  
 f e a e ( e a e e d e c - i d e e f e  
 a e a) a e 50% e e c - e c e e d. E a c

Te

O e a , e a e f e r e a a c e  
 f r i b e c . C a a e b e e - e a ( e a d e d  
 e ) a d b a a ( d e ) e r e d a a a  
 d e c a e a a f a e a d a e e a d b a a  
 c e a d a a e 3-5 dB b a e c c a d  
 e e b e a a . T r , e e a a d e c e a f  
 e a e a d a e a d e c a e a f c a  
 d e c a e e e f f e c e e f b a a c e  
 W e a e a d a e a e e a e d e c  
 a e c a a c e , e e f c a c e  
 d f f e c e a c e f a c e a c e e d e f e a  
 a e , e a a e e e b a a . H e e ,  
 e e e b e a a , e e a d c b a a  
 c e a d a a e e e a e a a d f f e  
 d a c e a e a e .  
 W e c a d e e c d c T a e  
 , c a a b e e e e f ( e ) a d ( b e e )  
 e a e r e a e d f f e c e a a  
 e f a c e . G e e a d a a e a e d ,  
 d f f e c e a e f e c e a e e a a e e  
 d f f e c e ( I L D ) T a c o e T e a a d e  
 d e f e e e [50-52]; a e I L D d e c e a e  
 d a c e , e a d c e d d e c e e  
 d f f e c e e e f a d e a a e d  
 d a c e . C a a a e c c a d e e b e a e r ,  
 F r e 2 a e a d d f e c e a d e e b e a  
 e d d e c e a e e d f f e c e e f - a d - e a  
 a a e d , e e c a a e f a e d a c e  
 ( e e e e b e a a e a e a c ) . T e  
 e e a e f e c e d a e e e e f i a e a  
 d e e a r d e a d e a e , e f f e c e a  
 e a e d . S e c f c a , e e f e c e d a e e e ( a e a  
 a f - d e a a ) , e a a e e a  
 f a c t , e e a e d e c d I L D e a e  
 e a e f T e a a d e f e e e . T e  
 e c e a d e e b e a r e d a e a a e a c  
 a a e b f e a c c a - e e a , e e  
 e e e T e e e a c e e e a e c c  
 a c e . O e a , e , e e c e a d e e b e a e d

## **8. REFERENCES**

1. Wenzel, E.M., *Localization in virtual acoustic displays*.  
Presence, 1992. 1(1): 80-107.

34. A b a , T.L. a d J. K dd, Ge a d, *Evidence for spatial tuning in informational masking using the probe-signal method*. *J. a f e Ac t ca S ce f A e ca*, 1999: . 1101-1109.
35. B a , D.S., *Informational and energetic masking effects in the perception of two simultaneous talkers*. *J. a f e Ac t ca S ce f A e ca*, 2001. **109**(3): . 1101-1109.
36. K dd, G., e a ., *Reducing informational masking by sound segregation*. *J. a f e Ac t ca S ce f A e ca*, 1994. **95**(6): . 3475-3480.
37. S -C a , B.G., J.G. De e, a d N. K c . *Empirical and modeled acoustic transfer functions in a simple room: Effects of distance and direction*. . *IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics*. 2001. Ne Pfa ., Ne Y .
38. Sa a e , S., *Auditory Localization of Nearby Sources in Anechoic and Reverberant Environments*, . *Cognitive and Neural Systems*. 2000, B . . U e . : B . , MA.
39. S -C a , B.G. *Learning reverberation: Implications for spatial auditory displays*. . *International Conference on Auditory Displays*. 2000. A a a, GA.
40. S -C a , B.G. *Localizing sound in rooms*. . *ACM/SIGGRAPH and Eurographics Campfire: Acoustic Rendering for Virtual Environments*. 2001. S b d, U a .
41. H a , T. a d H.J.M. S e e e , *A review of the MTF concept in room acoustics and its use for estimating speech intelligibility in auditoria*. *J. a f e Ac t ca S ce f A e ca*, 1985. **77**(3): . 1069-1077.
42. H a , T., H.J.M. S e e e , a d R. P . , *Predicting speech intelligibility in rooms from the modulation transfer function I. General room acoustics*. *Ac ca*, 1980. **46**: . 60-72.
43. N a, H., H. M a a, a d T. H a , *Speech-intelligibility and subjective MTF under diotic and dichotic listening conditions in r;*