POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

La comprensione del parlato in aule scolastiche con scenari acustici complessi

Original
La comprensione del parlato in aule scolastiche con scenari acustici complessi / Puglisi, GIUSEPPINA EMMA; Astolfi, Arianna. - ELETTRONICO. - (2022), pp. 1-2. (Intervento presentato al convegno 48° Convegno Nazionale AIA tenutosi a Matera (ITALY) nel 25-27 May 2022).

Availability:
This version is available at: 11583/2971744 since: 2022-09-26T14:08:40Z

Publisher:
Associazione Italiana di Acustica

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

12 October 2024

Associazione Italiana di Acustica
48° Convegno Nazionale
Matera, 25-27 maggio 2022

LA COMPRENSIONE DEL PARLATO IN AULE SCOLASTICHE CON SCENARI ACUSTICI COMPLESSI

Giuseppina Emma Puglisi (1), Arianna Astolfi (2)

1) Dipartimento Energia - Politecnico di Torino, Torino, giuseppina.puglisi@polito.it
2) Dipartimento Energia - Politecnico di Torino, Torino, arianna.astolfi@polito.it

SOMMARIO

È nota l'influenza negativa del rumore e della riverberazione sull'intelligibilità del parlato. In questo lavoro sono state considerate due aule scolastiche con tempo di riverberazione di 0,4 s e 3,1 s. Sottoponendo un test d'ascolto ad un campione di 43 adulti normoudenti, è stata valutata l'influenza (i) del rumore energetico ed informativo, (ii) della riverberazione, (iii) della posizione della sorgente di rumore rispetto all'ascoltatore e (iv) della distanza tra parlatore e ascoltatore, sull'intelligibilità del parlato in termini di *speech recognition threshold* (SRT) e *spatial release from masking* (SRM).

1. Introduzione

Gli ambienti di vita quotidiana sono caratterizzati dalla presenza di rumore e riverberazione. Se eccessivi, questi possono avere effetti negativi sulla comunicazione e dunque possono ridurre l'intelligibilità del parlato, come già evidenziato in numerosi lavori condotti sia in campo [1,2] sia in laboratorio [3,4]. Tuttavia, pochi studi hanno approfondito l'effetto di diverse tipologie di rumore e della posizione reciproca tra parlatore, ascoltatore e sorgente di rumore in condizioni reali. Con riferimento al *cocktail party phenomenon* [5], si ha un beneficio nel processo di comprensione del parlato grazie alla separazione spaziale tra la sorgente di rumore e l'ascoltatore, e in particolar modo quando vi è un angolo di separazione di 120° [6]. Questo beneficio è definito *spatial release from masking* (SRM) ed è attribuibile all'ascolto binaurale [7], ma è stato specialmente studiato in condizioni di laboratorio in cui può arrivare a valere 10-12 dB [6]. Riguardo all'effetto del rumore, ad oggi sono stati prevalentemente studiati rumori di tipo energetico (R.En., ad esempio bianco, stazionario, ICRA) e non di tipo informativo (R.Inf., con un contenuto semantico simile a quello del messaggio vocale da comprendere). Dal punto di vista cognitivo, il R.En. interessa un'area periferica mentre il R.Inf. un'area centrale [8]. Inoltre, il R.Inf. richiede una maggiore attenzione per distinguere il contenuto semantico relativo al parlato o al rumore stesso [9]. Sono pochi gli studi che hanno confrontato le variazioni di intelligibilità in termini di *speech recognition threshold* (SRT) e SRM in presenza di R.En. e R.Inf.

In questo lavoro sono state considerate delle aule scolastiche, poiché la qualità acustica al loro interno influenza molti aspetti, tra cui la produzione [10] e l'intelligibilità [11] del parlato, la percezione del disturbo da rumore e del benessere [12], ma anche del comfort termico, visivo e di qualità dell'aria [13]. L'obiettivo di questo studio è duplice. In primo luogo, è stata ricercata l'influenza dell'acustica, in termini di riverberazione, di due aule scolastiche sulla comprensione del parlato, misurata come rapporto segnale-rumore per raggiungere l'80% di intelligibilità (SRT80, in dB SNR). A questo scopo sono stati considerati due tipi di rumore competitivo: un rumore energetico e un rumore informativo di chiacchiericcio di bambini. In secondo luogo, è stato indagato l'effetto di rumore e riverberazione sulla SRM per diverse distanze tra parlatore e ascoltatore.

2. Metodi

2.1 Casi studio

Sono state considerate due aule di un edificio scolastico sito in Torino (IT), in un'area cittadina poco esposta al traffico veicolare, le quali presentavano caratteristiche architettoniche e di finitura differenti, tali da renderle conformi (classe A) o non conformi (classe B) ai requisiti di legge per quanto concerne la progettazione delle aule di scuola primaria [14]. La classe A è sita al primo piano dell'edificio, si affaccia sulla strada ed ha un volume di 171 m^3. Il pavimento è in piastrelle ceramiche ed è presente un trattamento acustico con pannelli fonoassorbenti sulle pareti e sul soffitto, e con pannelli vibranti sulle pareti laterali. La classe B è sita al piano terra dell'edificio, si affaccia sulla strada ed ha un volume di 282 m^3. Il pavimento è in piastrelle ceramiche e non è presente alcun trattamento acustico. Il tempo di riverberazione misurato nelle due aule, alle medie frequenze, consiste in 0,4 s e 3,1 s per la classe A e B, rispettivamente.

2.2 Set-up sperimentale

Nelle due aule di studio sono state individuate delle configurazioni spaziali in accordo con quanto riportato in Figura 1. La sorgente parlatore (Talkbox, NTi Audio) è stata posizionata a 1,5 m dalla parete della lavagna e a 1,5 m da terra; l'ascoltatore (testa artificiale HaTS, modello 4128, Brüel&Kjær) è stato posizionato con le orecchie a 1,2 m da terra e in asse con il parlatore a 1,5 m e 4 m di distanza in entrambi gli ambienti, e anche a 6,3 m nella classe B; la sorgente di rumore, con centro a 1,2 m da terra, è consistita in un dodecaedro (model 4292-L, Brüel&Kjær) posizionato alternativamente a 0°, 120° e 180° dalla testa dell'ascoltatore e a distanze crescenti (1 m, 2,5 m, 4,8 m). Le *sweep* generate dalle sorgenti parlatore e rumore sono state acquisite alle orecchie dell'ascoltatore in ciascuna configurazione per ottenere le risposta all'impulso binaurali (BRIR).

2.3 Stimoli acustici

I segnali di parlato e rumore sono stati convoluti con le BRIR acquisite nelle diverse configurazioni. Il materiale vocale del parlato è consistito nella versione breve dell'Italian Matrix Sentence Test (SiIMax) [15], ossia in frasi di 3 parole con corretta struttura sintattica ma significato imprevedibile, costruite a partire da una matrice 3x7 di numerali, oggetti, aggettivi (es.

Associazione Italiana di Acustica, 2022
ISBN: 978-88-88942-62-9

"quattro sedie utili"). Gli stimoli di rumore sono consistiti in un R.En. con contenuto energetico *speech shaped* [16] e in un R.Inf. relativo al chiacchiericcio di bambini che si muovono e parlano in condizioni acustiche semi-anecoiche [1].

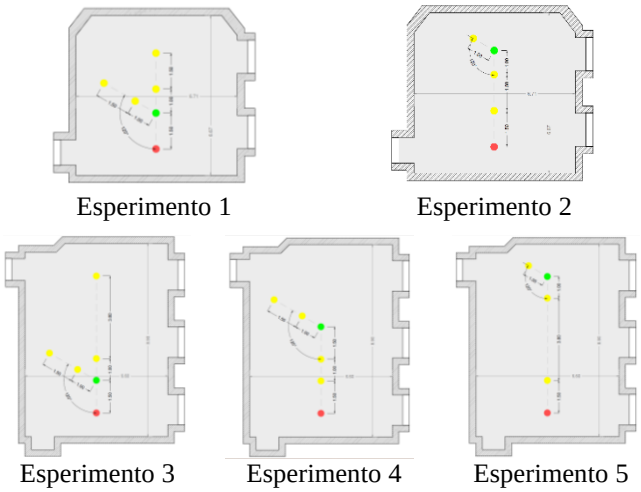

Figura 1 – Schemi del set-up sperimentale, con individuazione delle posizioni della sorgente di parlato (•), di rumore (•) e dell'ascoltatore (•), nella classe A (esperimenti 1-2) e nella classe B (esperimenti 3-5).

2.4 Partecipanti ed esecuzione dei test d'ascolto

Hanno partecipato ai test di ascolto 43 adulti normoudenti madrelingua italiani (22 donne, 21 uomini), di età media di 28 anni. Ciascun soggetto ha eseguito i test in presenza di rumore a 60 dB. Prima di iniziare le sessioni, durate circa 45 minuti ciascuna, i soggetti hanno eseguito una fase test di familiarizzazione con il materiale vocale e la procedura.

3. Risultati

I risultati sono stati raggruppati in funzione dell'influenza di specifiche variabili (es. tipo e posizione della sorgente di rumore, riverberazione) sull'intelligibilità del parlato.

3.1 Effetto del tipo di rumore e dell'acustica dell'aula

Mediamente tra entrambe le condizioni di riverberazione e tutte le configurazioni spaziali rappresentate dagli esperimenti 1-5, sono state misurate SRT80 di -2,8 dB SNR ± 0,5 dB e – 9,8 dB SNR ± 0,5 dB nei casi di R.Inf. e R.En., rispettivamente. La differenza pari a 7 dB SNR, che è statisticamente significativa (p-value < 0,05) a seguito dell'applicazione di una ANOVA, dimostra l'effetto negativo della riverberazione sull'intelligibilità.

3.2 Effetto della distanza tra parlatore e ascoltatore

Per valutare questo effetto, è stata considerata la sola posizione della sorgente di rumore in prossimità dell'ascoltatore, ossia a 1 m di distanza. All'aumentare della distanza tra parlatore e ascoltatore (da 1,5 m a 4 m nella classe A; da 1,5 a 4 m a 6,3 m nella classe B), la SRT80 aumenta (dunque l'intelligibilità diminuisce) con un andamento monotòno che mostra variazioni statisticamente significative. Estendendo questa valutazione al concetto di variazione della SRT80 per raddoppio della distanza (*double distance*, dd) tra parlatore e ascoltatore, si ottiene un tasso di aumento della SRT80 di ~2 dB/dd indipendentemente dal tipo di rumore e dalla riverberazione.

3.3 Effetto della posizione della sorgente di rumore

Il beneficio dato dallo spostamento della sorgente di rumore da una posizione co-locata sfavorevole (0° o 180°) ad una separata favorevole (120°) è stato sempre ridotto rispetto a quanto già indicato in letteratura. Sono stati ottenuti risultati significativi solo nel caso di prossimità della sorgente di rumore all'ascoltatore, in particolare SRM di 2,8 dB nel caso di R.En. nella classe A e di 3,4 dB nel caso di R.Inf. nella classe B.

4. Conclusioni

Questo studio costituisce un passo avanti per comprendere quali siano i meccanismi che stanno alla base dell'intelligibilità del parlato in scenari acustici particolarmente complessi. Le principali conclusioni possono essere riassunte come segue:

1) La presenza di R.Inf. influenza negativamente l'intelligibilità peggiorando (aumentando) la SRT80 di 7 dB SNR, mediamente sia in entrambe le condizioni di riverberazione;
2) Al raddoppio della distanza tra parlatore e ascoltatore, l'intelligibilità (SRT80) peggiora (aumenta) di circa 2 dB/dd;
3) La SRM risulta significativa solo in presenza di R.En. quando la riverberazione è bassa e di R.Inf. quando la riverberazione è elevata. In entrambi i casi, considerando la sorgente di rumore posizionata ad 1 m di distanza dall'ascoltatore, la SRM equivale a circa 3 dB.

5. Bibliografia

[1] Astolfi A., Bottalico P., Barbato G., *Subjective and objective speech intelligibility investigations in primary school classrooms*, J. Acoust. Soc. Am., **131** (1) (2012), pp. 247–257.
[2] Prodi N., Visentin C., Feletti A., *On the perception of speech in primary school classrooms: ranking of noise interference and of age influence*, J. Acoust. Soc. Am. **133** (1) (2013) 255–268.
[3] Visentin C., Prodi N., Cappelletti F., Torresin S., Gasparella A., "Using listening effort assessment in the acoustical design of rooms for speech,", Build. Environ. **136** (2018), pp. 38–53.
[4] Bradley J.S., Reich R.D., Norcross S.G., *On the combined effects of signal-to-noise ratio and room acoustics on speech intelligibility*, J. Acoust. Soc. Am. **106** (4) (1999), pp. 846–854.
[5] Cherry E.C., *Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears*, J. Acoust. Soc. Am. **25** (5) (1953), pp. 975–979.
[6] Bronkhorst A.W., *The cocktail party phenomenon: a review of research on speech intelligibility in multiple-talker conditions*, Acta Acustica united Acustica **86** (2000), pp. 117–128.
[7] Hawley M.L., Litovsky R.Y., Culling J.F., The *benefit of binaural hearing in a cocktail party: effect of location and type of interferer*, J. Acoust. Soc. Am. **115** (2004), pp. 833–843.
[8] Leibold L.J., Buss E., *Masked speech recognition in school-aged children*, Front. Psychol. **10** (2019), pp. 1–8.
[9] Arbogast T.L., Mason C.R., Kidd G., *The effect of spatial separation on informational masking of speech in normal-hearing an hearing-impaired listeners*, J. Acoust. Soc. Am. **117** (4) (2005), pp. 2169–2180.
[10] Puglisi G.E., Cantor Cutiva L.C., Astolfi A., Carullo A., *Four-day-follow-up study on the voice monitoring of primary school teachers: relationships with conversational task and classroom acoustics*, J. Acoust. Soc. Am. **141** 1) (2017), pp. 441–45.
[11] Astolfi A., Bottalico P., Barbato G., *Subjective and objective speech intelligibility investigations in primary school classrooms*, J. Acoust. Soc. Am. **131** (1) (2012), pp. 247–257.
[12] Astolfi A., Puglisi G.E., Murgia S., Minelli G., Pellerey F., Prato A., Sacco T., *The influence of classroom acoustics on noise disturbance and well-being for first graders*, Front. Psychol. **10** (2019), pp. 1–20.
[13] Astolfi A., Pellerey F., *Subjective and objective assessment of acoustical and overall environmental quality in secondary school classrooms*, J. Acoust. Soc. Am. **123** (1) (2008), pp. 163–173.
[14] UNI 11532-2:2020, *Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 2: Settore scolastico (Acoustic characteristics of indoor environments – Design methods and evaluation techniques – Part 2: school sector)*.
[15] Puglisi G.E., di Berardino F., Montuschi C., Sellami F., Albera A., Zanetti D., Albera R., Astolfi A., Kollmeier B., Warzybok A., *Evaluation of Italian simplified matrix test for speech-recognition measurements in noise*, Audiol. Res. **11** (2021), pp. 73–88.
[16] Puglisi G.E., Warzybok A., Hochmuth S., Visentin C., Astolfi A., Prodi N., Kollmeier B., *An Italian matrix sentence test for the evaluation of speech intelligibility in noise*, Int. J. Audiol. **54** (2) (2015), pp. 44–50.