

MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN OBJETIVA DE LA INTELIGIBILIDAD EN SALAS DE PALABRA “IAIS”: RESULTADOS (PARTE II)

REFERENCIA PACS: 43.71.Gv

Yebra Calleja, M^a Soledad; González Etxabe, Iosu; Vera Guarinos, Jenaro
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de Señal.
Universidad de Alicante.
Escuela Politécnica Superior de Alicante
Edif.: Politécnica II
Campus de San Vicente del Raspeig
Apdo: 99.
03080-Alicante
Tlf: 965 90 - 9756 / 9751
Fax: 965 90 9750
Email: jenaro@disc.ua.es; myebra@dfists.ua.es

ABSTRACT

In this paper, once established the In Situ Articulation Index measuring method (IAIS), it has been going to describe the construction of a verbal comprehension test that reflects the paradigms in which we leaned on for its enunciation. Later on are evaluated the results of named test with the purpose of validating the IAIS like an analysis instrument in rooms for speech. In an example is shown that the depth and the power of their results are superior to any another common intelligibility indicators.

RESUMEN

En este papel, una vez se tiene establecido el método de medida del Índice de Articulación In Situ (IAIS), se va a describir la construcción de un test de comprensión verbal que refleje los paradigmas en los que nos apoyamos para su enunciación. Posteriormente se evaluarán los resultados de dicho test con el fin de validar el IAIS como instrumento de análisis de la inteligibilidad para salas de palabra. Se muestra en un ejemplo que la profundidad y la potencia de sus resultados es superior a cualquier otro de los indicadores de inteligibilidad comunes.

INTRODUCCIÓN

Para poder comprender los resultados obtenidos mediante la técnica del IAIS¹, es de vital importancia disponer de una relación entre los valores obtenidos y su correspondiente inteligibilidad. La única forma que creemos viable para validar dicha técnica es la realización de un test de comprensión verbal: una prueba subjetiva por medio de la cual se intentará establecer la correlación entre los valores obtenidos con el método IAIS y las respuestas sobre la inteligibilidad percibida en las grabaciones que se pasarán a los sujetos que realicen la encuesta. La metodología sigue en cierta manera las pautas que se marcan en el método ALcons.

¹ Dicho método se ha planteado a este foro en una ponencia anterior: MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN OBJETIVA DE LA INTELIGIBILIDAD EN SALAS DE PALABRA “IAIS”: PLANTEAMIENTO (PARTE I).

OBJETIVOS

Construcción de un test de comprensión verbal que comprenda todas y cada una de las variables que se concurren durante los registros que hemos realizado 'in situ' para el establecimiento del 'IAIS'. Análisis de los resultados del test para encontrar una relación entre la Inteligibilidad (%) y los valores de este método alternativo, con la intención de validarlo para su utilización futura.

METODOLOGÍA

A la hora del planeamiento y desarrollo del test, se pensó en un principio hacer uso de los discursos almacenados con el fin de seguir posicionados en nuestro empeño realista. Es decir, se estudia recortar palabras bisílabas del propio discurso grabado, para conformar con ellas el citado test. Pero, debido al ritmo de los oradores y a la ligazón natural dentro de las frases, se hace imposible reconocer, al escucharlas, las palabras bisílabas extraídas del discurso de clase.

La solución más próxima a la realidad, se encuentra en la réplica, simulación mediante software, de los ambientes deseados. Para ello, se debe confeccionar la lista de palabras, recitadas por los mismos profesores/as analizados.

Por otra parte, hay factores que hacen que el oyente al ser evaluado mediante el test, tenga ventaja respecto a una situación de percepción "normal". Así por ejemplo, al sentirse "examinado", muestra una mayor concentración e interés para obtener buenos resultados. Detectado este posible contratiempo: las palabras elegidas serán bisílabas, balanceadas (con la misma energía en ambas sílabas) y frágiles (se enmascaran con relativa mayor facilidad) para dar la menor información implícita, ya que es más difícil conjeturar en caso de enmascaramiento. Otra de las decisiones que se adopta es la de valorar los resultados contabilizando el número de palabras percibidas correctamente

Para conseguir que la ejecución del test cumpliera todos los paradigmas planteados hasta ahora, se forzó que el tipo de respuesta fuera verbal, siendo el operador que pasa el test el que anota la respuesta frente a cada estímulo presentado. Se seleccionó el tiempo mínimo necesario entre palabra y palabra, para que así el sujeto objeto del test pueda repetir el estímulo sin fatigarse y sin poder pensar apenas, pero que se pueda anotar la respuesta.

Por la metodología decidida (respuesta verbal) y por versatilidad a la hora de la ejecución del test: se utilizará como sistema de escucha un discman como reproductor y, unos auriculares cerrados para evitar al máximo la intrusión del ruido externo.

Ya se han decidido ciertos factores generales importantes, pero el test no está todavía completo puesto que la identificación fonética se basa en las características acústicas de los estímulos en sí, pero además se debe de tener en cuenta, de forma primordial, las características acústicas ambientales (ruido de fondo, reverberación), y con una contribución relativamente menos controlable se puede pensar en otros factores (orador, particularidades auditivas del oyente, variabilidad intrafonética, idioma materno, etc.).

En el ámbito de la docencia, es muy habitual hablar de espaldas a los oyentes. Esto ocurre usualmente por las aclaraciones que se realizan en la pizarra. Se decide tenerlo en cuenta haciendo que el orador recite el 10% de las palabras de espaldas al micrófono y dirigiéndose a una pizarra; y el 90% restante cara a él. Se pasó a grabar una señal vocal directa, poco coloreada y con ruido de fondo inapreciable; ideal para ser post procesada.

Una vez grabado el discurso correspondiente a cada locutor, se le debe dar visos de realidad mediante el post-procesado conveniente, para que al escucharlos posteriormente tengan las mismas condiciones de reverberación, de ruido de fondo ambiental, de nivel relativo a su posición el aula y hasta idéntico IAIS que el profesor real al que se quiere emular. Se decide que este proceso de recreación será suficiente realizarlo en tres supuestos para cada aula, en función del IAIS: bueno (delante), mediano (en mitad del aula) y la peor situación (al final).

Posteriormente se realiza la circunvolución de las señales neutras con las respuestas impulsivas, se obtiene como producto final que; las voces de los profesores, al escucharlas ahora, se asemejen en composición espectral y comportamiento temporal, a como si estuvieran registradas 'in situ'. Este es el paso fundamental dentro de la simulación de las voces de los profesores grabados para la lista de palabras. Se ajusta el nivel de voz que mostraba cada profesor en cada punto. Para ello se calcula el nivel del habla con el L10 de cada orador para los tres puntos característicos.

Las palabras recitadas ya suenan "húmedas" (con reverberación), "coloreadas" (ecualizadas) y ajustadas en cuanto a su energía. Pero falta aún el ruido ambiente de fondo, por lo que se extraen pasajes de ruido de alumnos de las grabaciones que tenemos en las aulas y se mezclan con extraordinaria delicadeza, a las palabras del entorno virtual que se ya se tienen casi definidas. Para finalizar se ajusta dicho ruido hasta que el valor IAIS obtenido con esta simulación sea similar a la del aula correspondiente para los profesores grabados. Para ello se le pasa el test por auriculares a la cabeza binaural y se calcula el IAIS correspondiente a la lista de palabras en juego.

Como ya se ha apuntado anteriormente se va a usar un discman y unos auriculares de calidad doméstica, por lo que se debe de llevar a acabo un proceso cuidadoso de calibración. Al comienzo de cada uno de los test se añade un tono de 1kHz continuo con lo que se ajustan los valores globales de presión sonora para cada una de las situaciones de cada profesor y se comprueba colocando los auriculares a la cabeza binaural, lo que nos sirve para tener calibrado el sistema. Se establece una posición fija en el control del volumen de reproducción.

Puesto que se dispone de 7 oradores y 3 puntos para cada uno de ellos y cada lista dura aproximadamente dos minutos (según el ritmo establecido a cada uno). Se crearon, tres tipos de test, de 12 minutos aproximadamente; en cada uno aparecen los siete oradores pero cada uno en un único punto. No se le pasará más de un test a una misma persona para evitar posibles efectos de aprendizaje. Se juega con un total de 385 palabras, 55 palabras bisílabas por profesor. Se consiguen un total de 21 valores distintos de IAIS por cada test realizado.

Veamos un bloque de una plantilla tipo (hay siete como éste, con distintas palabra en cada tipo de test), en ésta se marcan las palabras mal percibidas por el oyente (todo lo que no sea exactamente igual a lo que hay en la grabación):

7.- Profesor→ XXXX: "IAIS MALO" PIV-001 IAIS = 0.38										FALLOS : ACIERTOS %:					
Terca	Hielos	Cunas	Arme	Llenos	Dure	Seda	Faja	Cundir	Pelas	Ruegas	Chisme	Vuelas	Bajo	Olla	Moza
Tiendo	Cobre	Laven	Bedel	Gaita	Copias	Oyen	Año	Tinte	Medios						

TABLA 1: Plantilla para la realización de un tipo de test

La palabra que posee una celda más ancha, "Medios" en este caso, corresponde a una de las palabras recitadas de espaldas (5 por pista-profesor).

En cada pista se indica el nombre del profesor, el aula simulada y el IAIS para esa situación. También se indica el tipo de IAIS (bueno, medio o malo) que está escuchando el oyente analizado.

RESULTADOS

En la siguiente gráfica se muestran los resultados obtenidos mediante 75 test. Se han despreciado aquellos en los que se han detectado errores durante la ejecución del test, así mismo se han invalidado respuestas estadísticamente inconsistentes. Se calcula el valor medio de todas las respuestas para cada IAIS analizado y se representa con el error dado por su 'desviación cuadrática media'.

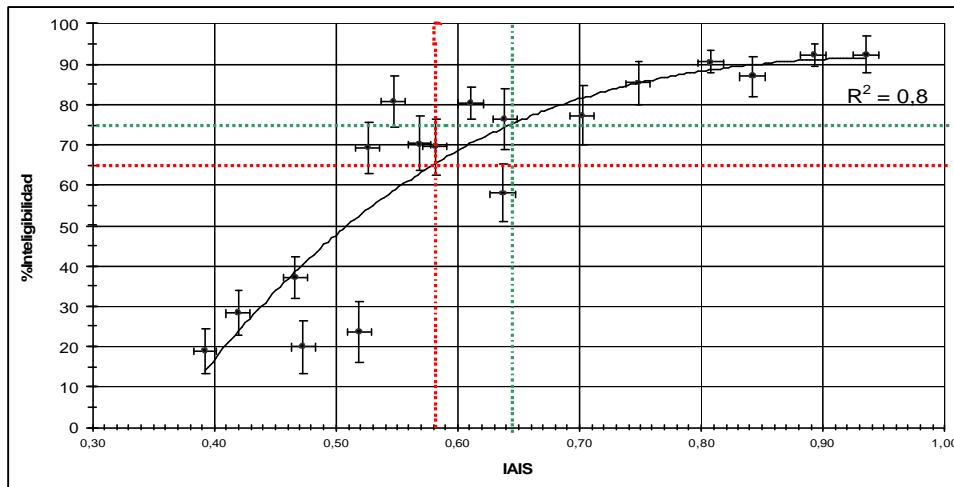


FIG. 1: Representación de los resultados obtenidos del IAIS frente a la inteligibilidad

Apoyándonos en esta gráfica hemos creído que es necesario superar el valor IAIS de 0.65 para obtener una inteligibilidad satisfactoria superior al 65%, con lo que se consigue establecer un margen inferior que recoja los casos más desfavorables.





La línea de tendencia, sin embargo, establece un valor de IAIS de 0.58 pero los datos muestran casos que no superan este umbral. Además, aunque se obtengan resultados satisfactorios para valores inferiores a 0.65 o incluso 0.58, no se asegura una inteligibilidad del 65% para todos los oyentes y situaciones.

COMPRESIÓN	INTELIGIBILIDAD
> 96%	Excelente
85%	Buena
85%÷75%	Es el límite de percepción sin esfuerzo
75%	Satisfactoria
< 65%	Deficiente

TABLA 2: Relación entre la inteligibilidad y la comprensión

En esta tabla reflejamos la relación entre comprensión e inteligibilidad desde el punto de vista del IAIS determinado con nuestra técnica. Aunque es difícil dar un resultado definitivo, ya se puede decir, a estas alturas, que los valores que se logran con el método IAIS mantienen una relación directa con los niveles de inteligibilidad, que es uno de los objetivos principales a conseguir con la realización del test.

Por lo que podemos establecer una escala relacionada de colores para representar los resultados obtenidos experimentalmente en las aulas y así poder pasar a analizarlas de forma conveniente.

Una situación de inteligibilidad:	Es una comprensión de:	Corresponde a un IAIS de:	
Deficiente	65 % o inferior	Menor de 0.57	
Satisfactoria	75%	0.65	
De percepción sin esfuerzo		?	Mayor a 0.65
Buena	85%	0.75	
Excelente	96%	0.95	

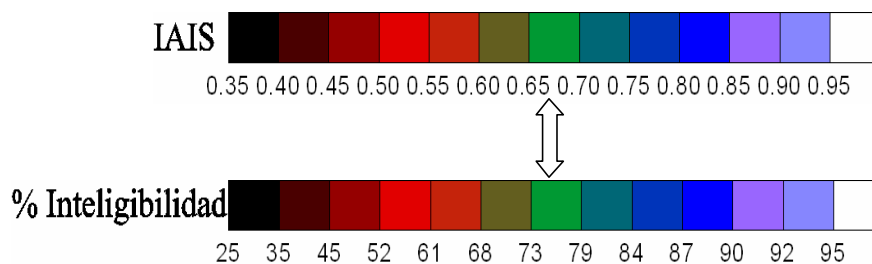


TABLA 3: Relación entre los valores de IAIS, la inteligibilidad y comprensión verbal

CONCLUSIONES

El orador, es el factor más influyente en el proceso de comunicación, después el ruido de fondo, finalmente la reverberación (grado de absorción y número de alumnos).

Desde el punto de vista del diseño, el factor más objetivo que se puede controlar; es precisamente el Tiempo de reverberación. Manteniendo éste por debajo de los 0.5 segundos el enmascaramiento sea cual sea su naturaleza ('cola reverberante', ruidos presenciales, de equipamiento o intrusos), disminuye drásticamente con lo que la inteligibilidad aumenta, y hasta un orador poco afortunado puede hacer que su discurso sea comprensible.

Si lo que se pretende es valorar la inteligibilidad, el indicador IAIS es el idóneo o más realista. En cambio si lo que se quiere es simplemente saber la calidad del recinto, será suficiente con determinar el RASTI o el EDT.

Si comparamos los mapas obtenidos en un aula con el RASTI y los obtenidos con el método IAIS (Ilustraciones Izquierda y Derecha respectivamente de la FIG. 2 en la pagina siguiente): se puede afirmar de manera general que los mapas obtenidos mediante el método IAIS llevan implícita muchísima más información que los obtenidos con el RASTI. Los resultados IAIS analizan entre otros: la direccionalidad del orador, el nivel global mostrado por el orador, el efecto del ruido generado por los oyentes, la influencia de la reverberación, la trascendencia del aislamiento de las paredes, el efecto negativo generado por fuentes de ruido como el aire acondicionado, ventanas, etc. Reflejo fiel de una situación real concreta.

Aula S001 – Edificio Politécnica IV



CAPACIDAD.....120 Alumnos
TR mid (vacío).....1,6 s

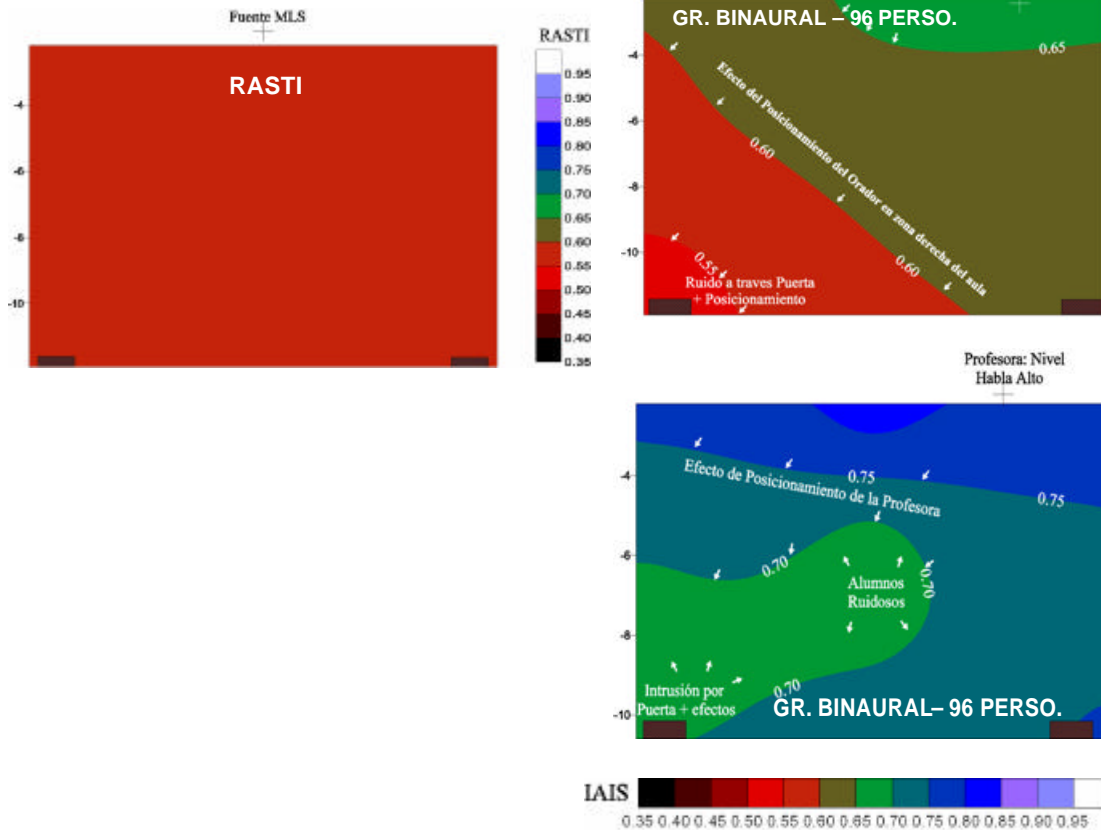


FIG.2: Representación de los mapas obtenidos del RASTI y del método IAIS

Es normal encontrar aulas con un valor de RASTI incorrecto, como es el caso mostrado, que parecen funcionar medianamente bien (según se ve con el IAIS) en la práctica cotidiana de la clase. Sin embargo si lo que se quiere es determinar qué condiciones mínimas debe tener un recinto para que sea inteligible, con el método del RASTI esto se tiene resuelto puesto que infravalora el comportamiento real de dicho recinto. El método IAIS en cambio es más ajustado al contexto, como se puede inferir de la observación de los mapas anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

Cárdenas, M. R.; Marrero, V. “Cuaderno de Logaudiometría”, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid (1994).

Hodgson, M.; Nosal, E. *Effect of noise and occupancy on optimal reverberation times for speech intelligibility in classrooms*, J. Acoust. Soc. Am., **111**, 931-939 (2002).

Peutz, V. M. A. *Articulation Loss of Consonants as a Criterion for Speech Transmission in a Room*, J. Audio Eng. Soc., 915-920 (1971).