

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivo General	3
1.4. Objetivos específicos	3
2. Estimación de dificultad respiratoria e interacción humano-robot	4
2.1. Robots sociales y perfil del usuario	4
2.2. Estimación de dificultad respiratoria	5
2.2.1. Antecedentes y mecanismos tradicionales de estimación	5
2.2.2. Extracción de características de la voz	7
I. Espectrograma	7
II. Coeficientes Cepstrales en las Frecuencias de Mel (MFCC)	8
III. Tono (f_0)	9
IV. Jitter y Shimmer	9
2.2.3. Inteligencia artificial para la estimación de dificultad respiratoria	10
I. Machine Learning	11
II. Perceptrón multicapa (MLP)	12
III. Redes Convolucionales	14
IV. Conexiones residuales	16
V. Redes recurrentes	16
V.I LSTM	17
VI. Función de pérdida de entropía cruzada	19
VII. Validación cruzada <i>K-fold</i>	19
2.3. Interacción Humano Robot (HRI) para dificultad respiratoria	19
2.3.1. Antecedentes y usos de robots sociales en salud	20
2.3.2. <i>Beamforming</i>	20
I. Ángulo de dirección de arribo (DOA)	21
II. Estimación de retardos	22
III. <i>Delay-and-Sum</i>	22
IV. MVDR	23
2.3.3. Inteligencia artificial para <i>speech enhancement</i>	24
I. ADL-beamforming	24
2.3.4. Modelamiento del canal acústico	28
I. <i>Room Impulse Response</i> (RIR)	28
II. Método de barrido sinusoidal de Farina	29
2.3.5. Reconocimiento automático de voz	30

I.	<i>Word Error Rate (WER)</i>	31
3.	Estimación de dificultad respiratoria en HRI	32
3.1.	Implementación de entorno HRI	32
3.1.1.	Recolección de base de datos	32
3.1.2.	Plataforma robótica	34
3.1.3.	Base de datos en escenarios HRI	34
3.2.	Sistema de estimación de la dificultad respiratoria en HRI	36
3.2.1.	Localización de fuente objetivo	37
3.2.2.	<i>Speech enhancement</i>	37
3.2.3.	Módulo de estimación de la dificultad respiratoria basado en <i>Deep Learning</i>	37
I.	MLP para características independientes del tiempo	39
II.	Arquitecturas de redes neuronales para características dependientes del tiempo	39
III.	Entrenamiento <i>K-fold</i>	41
III.I	Entrenamiento módulo de estimación de dificultad respiratoria	41
III.II	Entrenamiento cRF	41
IV.	Modelo del canal acústico para entrenamiento de sistema de dificultad respiratoria	41
V.	Métricas de evaluación de clasificación	42
VI.	Métricas de evaluación del <i>speech enhancement</i>	43
4.	Resultados y análisis	45
4.1.	Optimización de características, arquitecturas, hiperparámetros y entrenamiento	45
4.2.	Estimación de dificultad respiratoria sobre red telefónica	46
4.3.	Estimación de dificultad respiratoria HRI	49
4.3.1.	<i>Speech enhancement</i>	49
4.3.2.	Entrenamiento con data telefónica y evaluación en data real	51
4.3.3.	Entrenamiento y evaluación en data simulada	53
4.3.4.	Entrenamiento y evaluación en data real	56
I.	Condición estática real HRI	56
II.	Condición dinámica real HRI	59
5.	Conclusiones y trabajo futuro	63
	Bibliografía	65