

ANÁLISIS DE MÉTODOS DE REGULARIZACIÓN EN EL MÉTODO DE HOLOGRAFÍA ACÚSTICA DE CAMPO CERCANO (NAH)

Thomas Martinod Saldarriaga

Febrero 2024

Tutor: Nicolás Guarín Zapata

CONTENIDOS

1. Introducción

2. Planteamiento
del problema

3. Justificación

4. Objetivos

5. Antecedentes

6. Alcance

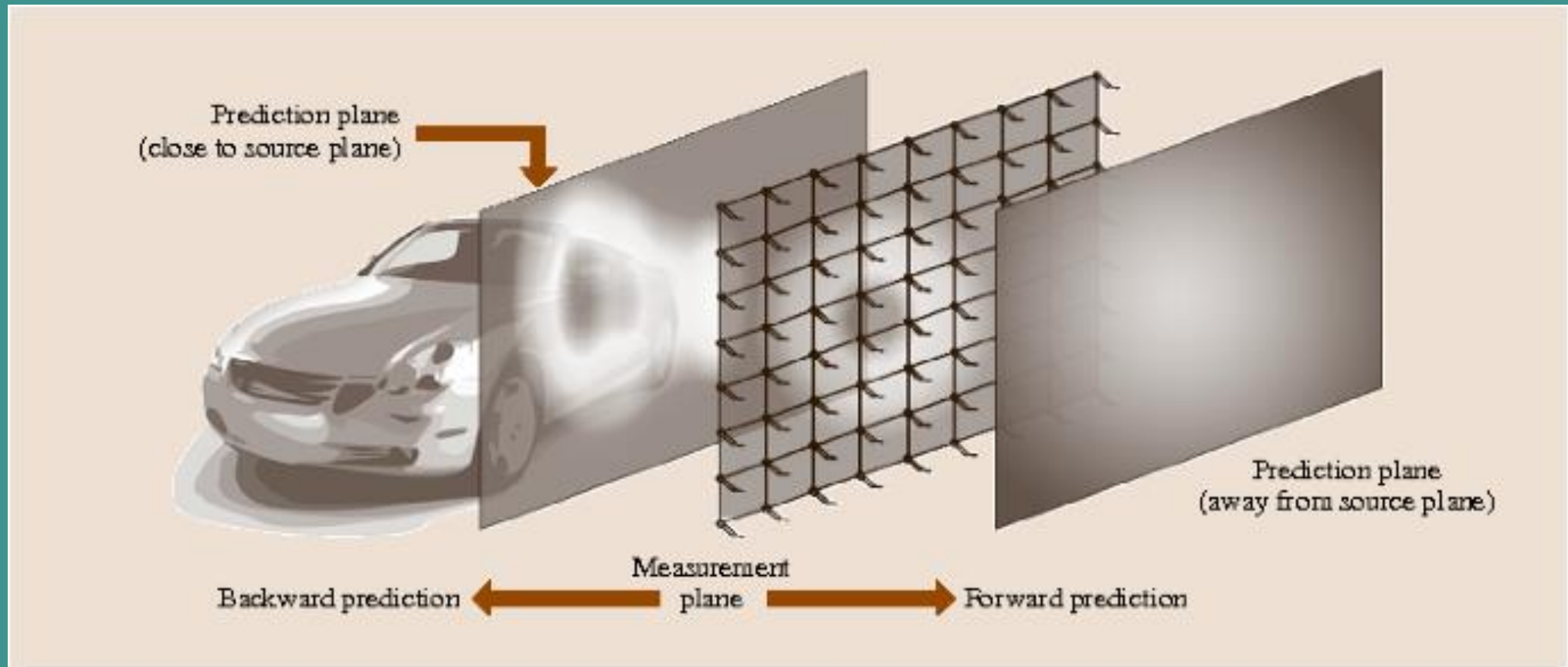
7. Metodología

8. Cronograma

9. Presupuesto

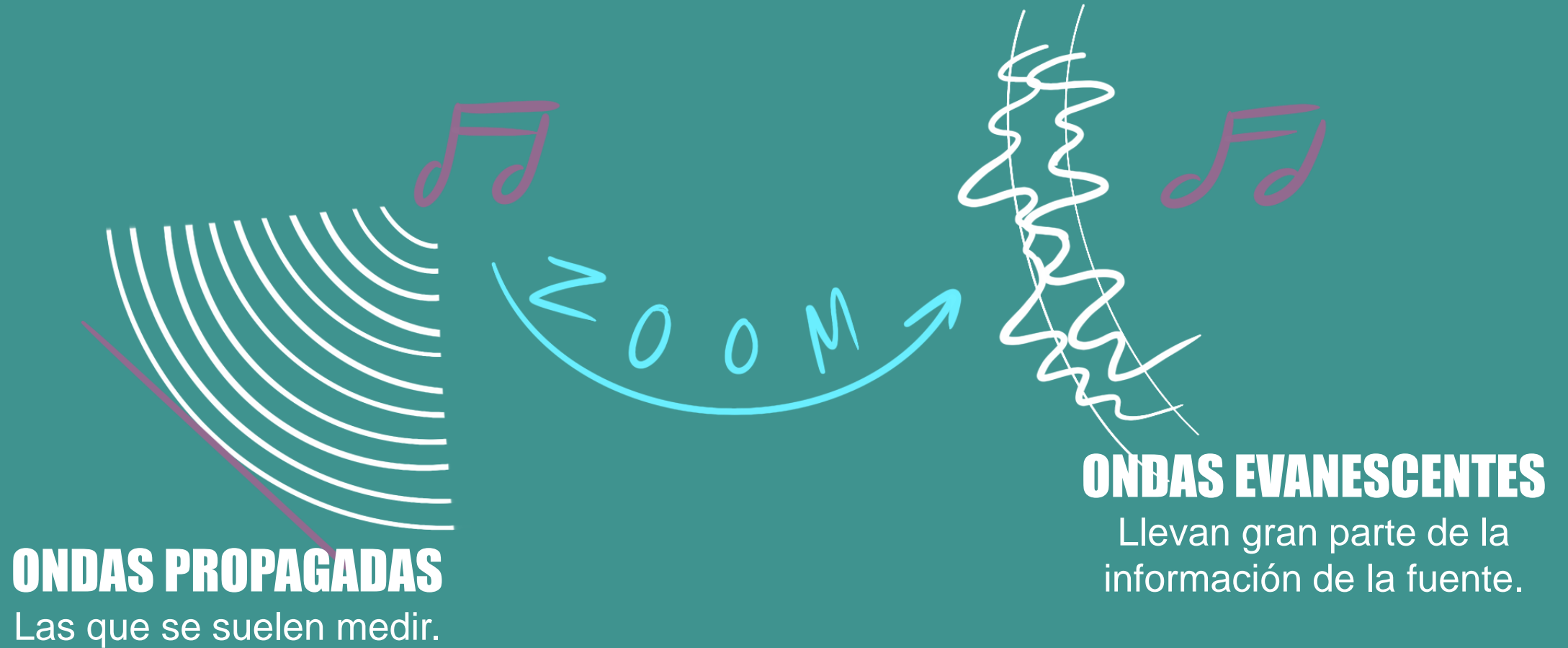
10. Propiedad
Intelectual

1. INTRODUCCIÓN



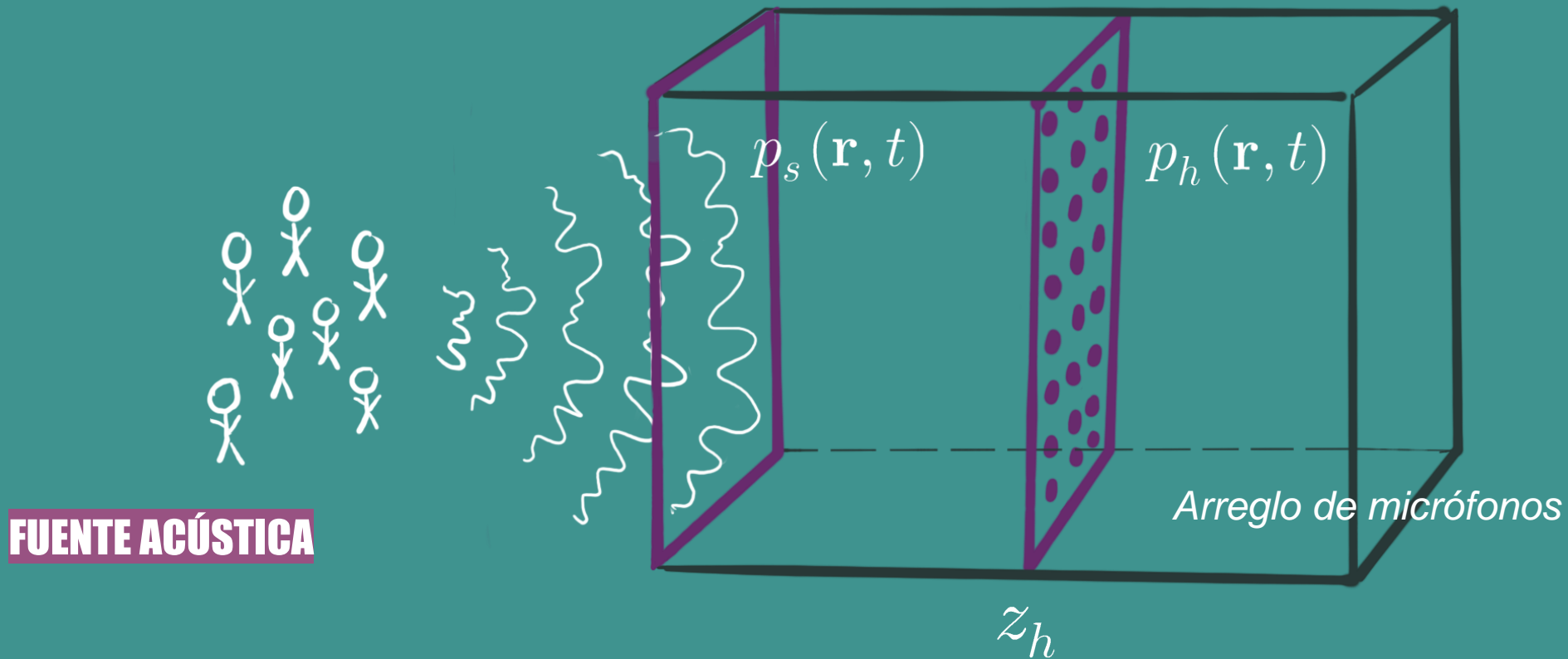
Tomado de [1].

1. INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

El problema inverso es calcular el comportamiento de la fuente a partir del holograma.

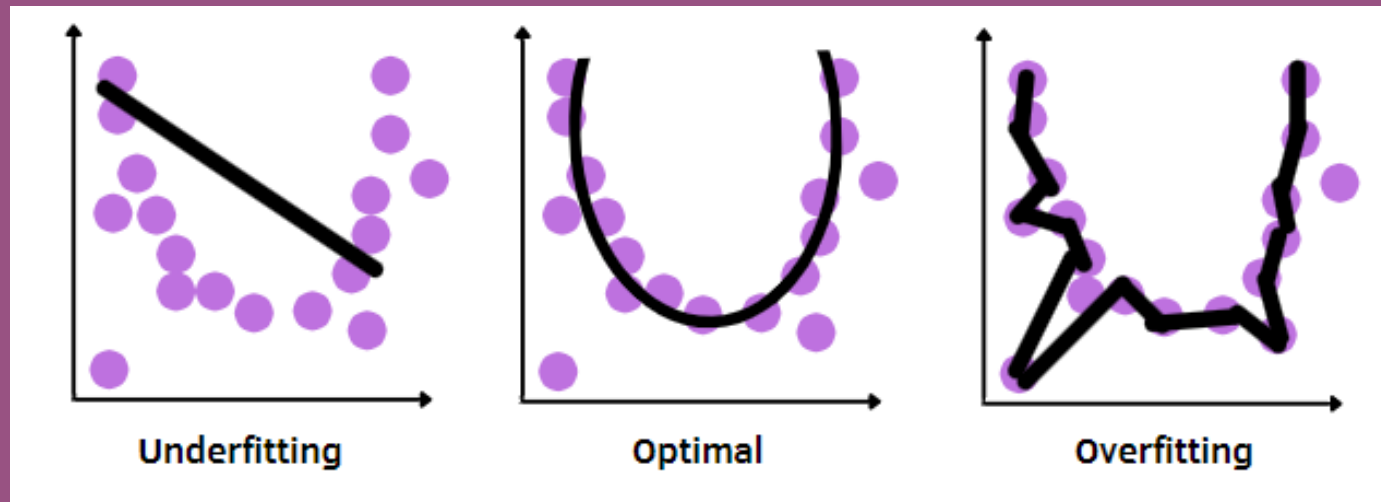


1. INTRODUCCIÓN



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La regularización es un proceso que cambia la respuesta del resultado para que sea "más simple". Se utiliza para obtener resultados para problemas mal planteados o para evitar el sobreajuste.



Tomado de [2]

En el contexto del NAH, se regulariza la imagen de la fuente en el espacio del número de onda para filtrar el ruido de la información de las ondas evanescentes.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Regularización: Conversión de un problema mal planteado a uno bien planteado (Hadamard).

“Sparsity”

$$\mathbf{x} = \sum_{j \in J} \alpha_j \mathbf{d}_j, \quad |J| \ll M$$

Aprendizaje de máquina

$$\text{ECM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - y_i^2$$

Tikhonov

$$\min_w \sum_{i=1}^n V[x_i \cdot w, y_i] + \lambda ||w||_2^2$$

Función de Green

$$\mathcal{L}G(x, s) = \delta(x - s)$$

¿Cuál de los cuatro métodos de **regularización** enunciados es el mejor a la hora de **implementar el NAH planar**?

3. JUSTIFICACIÓN

Regularización

NAH

ACADEMIA

Procesamiento Óptico

Redes Neuronales

Aprendizaje automático

MEDICINA

Tomografía Computarizada

Resonancia Magnética

INDUSTRIA

Detección en Oleoductos y Gaseoductos

Control de calidad en dispositivos

Artefactos volátiles o inamovibles

A nivel nacional y local hay un déficit notorio en el estudio de **técnicas acústicas**, y la poca bibliografía de **regularización** es sobre IA.

IF = MATEMÁTICA + FÍSICA + INGENIERÍA

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar distintos métodos de regularización en el contexto de la holografía acústica de campo cercano de geometría planar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A.

Modelar matemáticamente el problema inverso del NAH, comprendiendo los elementos del análisis de Fourier, acústica y las condiciones de frontera del problema.

B.

Implementar el NAH para un arreglo de sensores plano.

4. OBJETIVOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

C.

Regularizar las imágenes de campo de presión acústica usando los métodos de Tikhonov, aprendizaje de máquina, *sparsity* y funciones de Green.

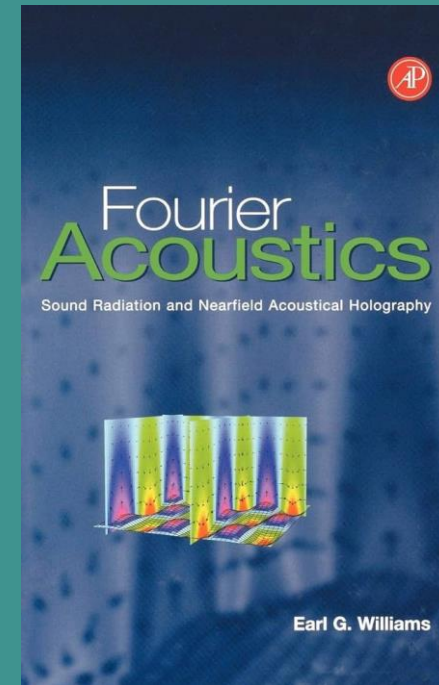
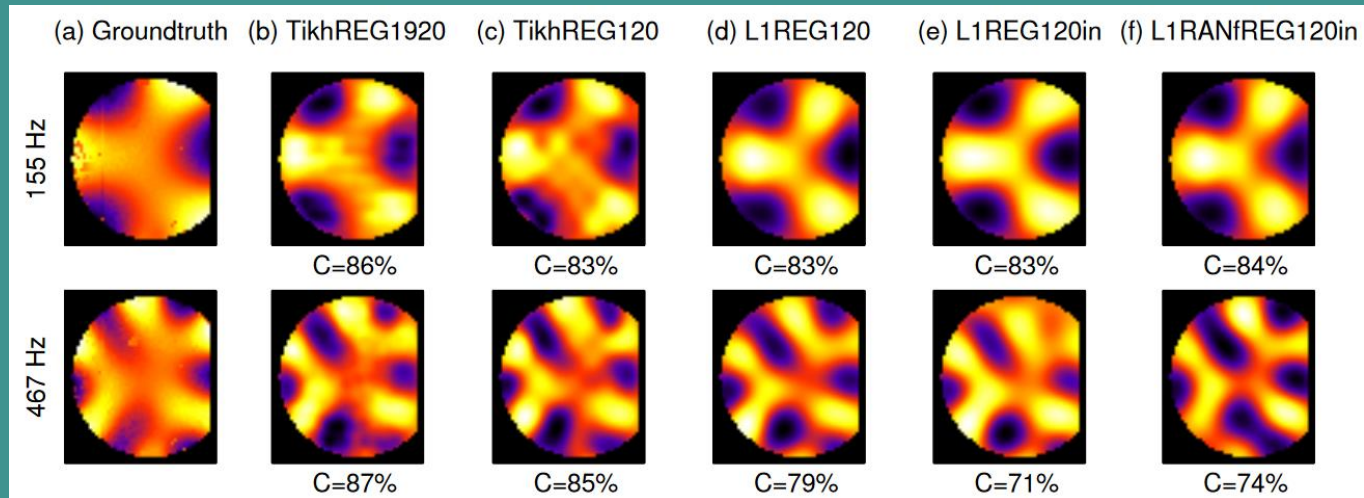
D.

Probar la implementación de NAH con una fuente de campo acústico conocido y comparar las imágenes resultantes para las diferentes estrategias de regularización.

5. ANTECEDENTES

1. AH, década de 1960
2. Arreglos cuadriculados de micrófonos
3. Regularización de Tikhonov (1980)
4. Regularización en todos los colores y sabores

PRECEDENTES:



Ver referencias [6] y [8] del anteproyecto.

6. ALCANCE

- Alcance del proyecto: analítico y computacional, **NO EXPERIMENTAL**.
- Utilización de la base de datos de una guitarra en condiciones controladas, datos expuestos en el artículo [6] de Chardon, Daudet y coautores.
- Solución en geometría **PLANAR** (mayor aplicabilidad).
- No consideración de análisis de **CONVERGENCIA** en métodos numéricos ni análisis de **ROBUSTEZ** en estadísticos.
- **GENERALIZACIÓN** matemática para fácil replicación en otros contextos.

7. METODOLOGÍA

- A. REVISIÓN Y APROPIACIÓN MATEMÁTICA:** Revisión de literatura y estudio de la herramienta necesaria (análisis de Fourier, ecuación de ondas, DFT, FFT, IFFT, entre otros).
- B. IMPLEMENTACIÓN DEL NAH:** Programación de los métodos en Python
- C. REGULARIZACIÓN Y ANÁLISIS:** Implementación de Tikhonov, la regularización por *sparsity*, la regularización mediante aprendizaje de máquina, y la regularización mediante funciones de Green. Generación de imágenes y comparativa.
- D. DOCUMENTACIÓN:** Documentación del software, así como informes de avance parciales y el artículo final. Ubicación: <https://github.com/thomas-martinod/proyecto-avanzado-1>

8. CRONOGRAMA

		Semana																	
Actividad	Estado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Revisión y apropiación matemática	80%																		
Revisión de bibliografía del NAH y regularización.	70%																		
Estudio de la acústica	100%																		
Estudio del análisis de Fourier y modelación inversa	80%																		
Implementación del NAH	25%																		
Acceso a la base de datos	100%																		
Implementación del NAH en Python	0%																		
Regularización	5%																		
Implementación de la regularización de Tikhonov	0%																		
Implementación de la regularización por <i>sparsity</i>	0%																		
Implementación de la regularización por ML	0%																		
Dedución regularización por funciones de Green	15%																		
Implementación regularización por funciones de Green	0%																		
Generación de Imágenes	0%																		
Análisis de resultados y comparativa	0%																		
Documentación	15%																		
Entregas intermedias	0%																		
Redacción informe final	0%																		
Documentación en Github	0%																		

9. PRESUPUESTO

Estos son costos estimados y no desembolsables cubiertos por la matrícula y el alumno.

Ítem	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Hora del tutor	\$ 259,804.14	18	\$ 4,676,474.57
Hora del alumno	\$ 56,401.52	216	\$ 12,182,728.66
Computador	\$ 8,000,000.00	1	\$ 8,000,000.00
Suscripción revistas científicas	\$ 1,500,000.00	2	\$ 3,000,000.00
Total:			\$ 24,859,203.24

10. PROPIEDAD INTELECTUAL

El anteproyecto, los informes de avance, el artículo final, los códigos, la documentación de estos y cualquier otro producto que pueda surgir de este proyecto se publicarán de acuerdo con los lineamientos e ideales de “ciencia abierta”, iniciativa respaldada por las políticas nacionales de apropiación del conocimiento y ciencia abierta (ver referencias [15], [16], [17] del anteproyecto).

BIBLIOGRAFÍA

En el README.md del repositorio <https://github.com/thomas-martinod/proyecto-avanzado-1>

