

Figura C.18: Mapa de saliencia espacio-temporal con método SR y 50 %-50 %. Seis regiones.

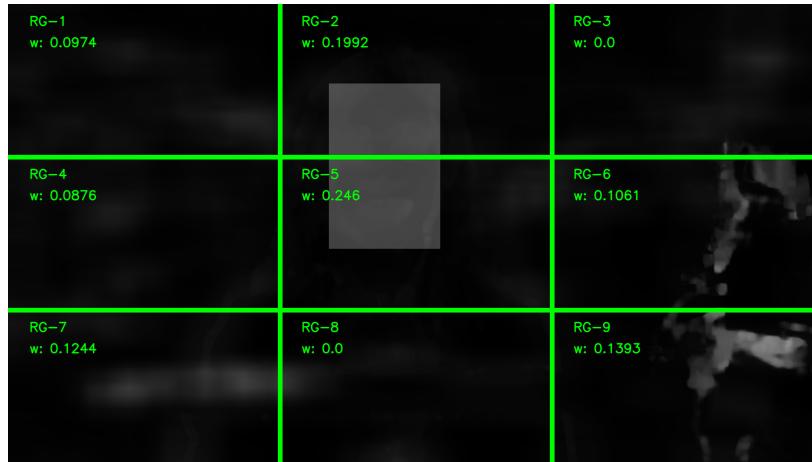


Figura C.19: Mapa de saliencia espacio-temporal con método SR y 50 %-50 %. Siete regiones.

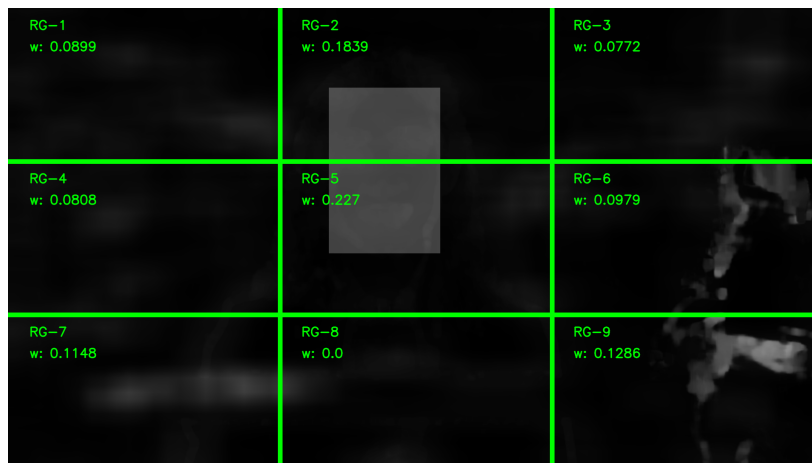


Figura C.20: Mapa de saliencia espacio-temporal con método SR y 50 %-50 %. Ocho regiones.

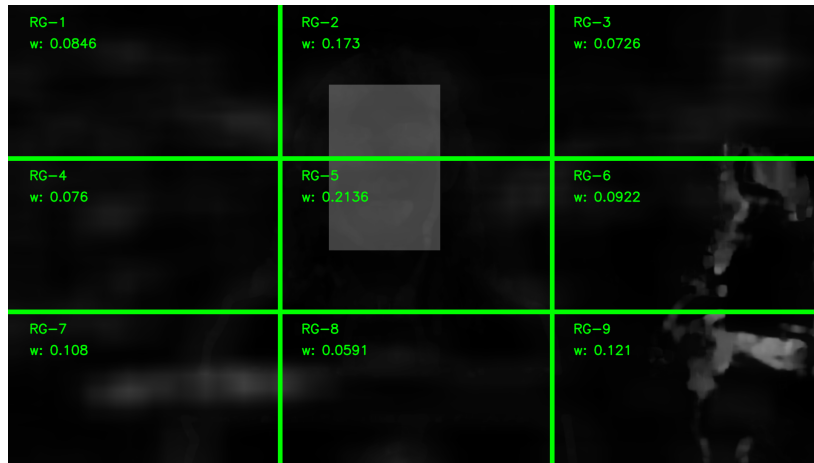


Figura C.21: Mapa de saliencia espacio-temporal con método SR y 50 %-50 %. Nueve regiones.

Apéndice D

Influencia del tamaño del filtro de Sobel



Figura D.1: Imagen de prueba del contenido *Big Buck Bunny* a resolución 480x270 píxeles.



Figura D.2: Tamaño de 1x1 del filtro de Sobel.



Figura D.3: Tamaño de 3x3 del filtro de Sobel.

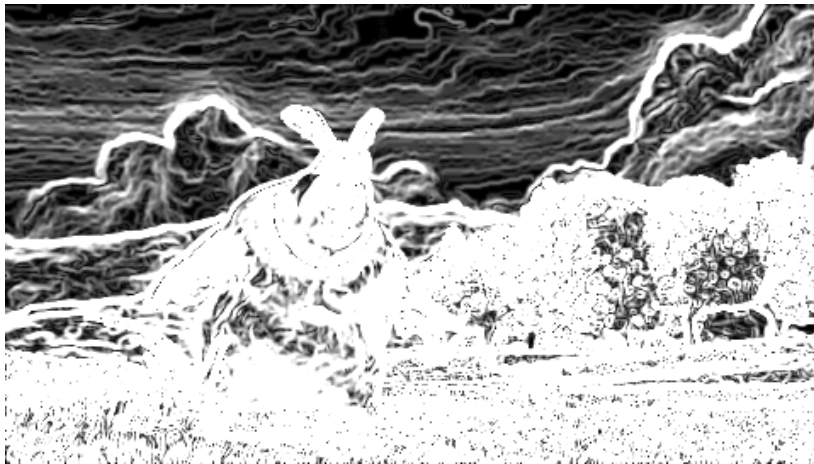


Figura D.4: Tamaño de 5x5 del filtro de Sobel.

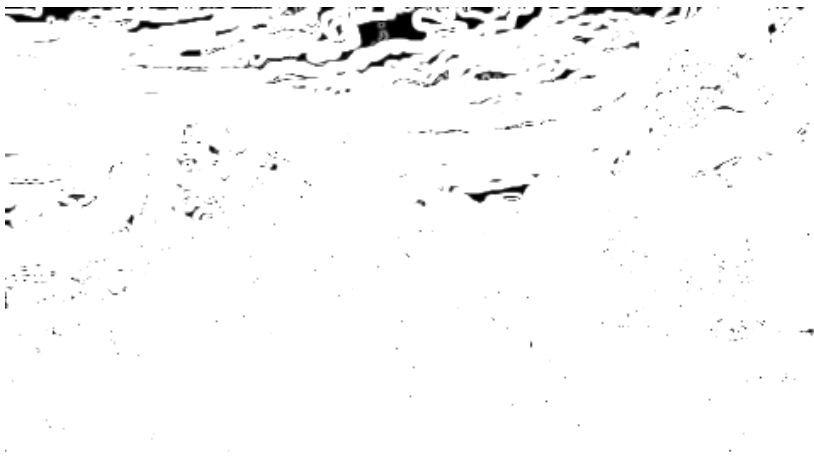


Figura D.5: Tamaño de 7x7 del filtro de Sobel.

Apéndice E

Valor umbral de la métrica SSIM

Tabla E.1: SSIM de 0.1 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM01	37.95	1.00	50.69	0.04
MOD5-SSIM01	15.03	0.82	20.07	0.08
MOD10-SSIM01	8.07	0.82	10.77	0.11
MOD15-SSIM01	5.09	0.94	6.80	0.14
MOD20-SSIM01	4.11	0.94	5.48	0.15
MOD25-SSIM01	3.11	0.93	4.15	0.17
MOD38-SSIM01	2.12	0.98	2.84	0.23
Q0-SSIM01	1.13	1.02	1.51	0.38

Tabla E.2: SSIM de 0.2 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM02	38.05	1.16	50.82	0.04
MOD5-SSIM02	15.46	2.12	20.64	0.07
MOD10-SSIM02	8.67	2.62	11.58	0.11
MOD15-SSIM02	5.79	2.90	7.73	0.13
MOD20-SSIM02	4.84	2.99	6.46	0.14
MOD25-SSIM02	3.88	3.11	5.18	0.16
MOD38-SSIM02	2.94	3.21	3.93	0.21
Q0-SSIM02	2.01	3.34	2.68	0.32

Tabla E.3: SSIM de 0.3 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM03	38.24	1.74	51.07	0.03
MOD5-SSIM03	16.46	4.56	21.98	0.07
MOD10-SSIM03	9.95	5.28	13.29	0.10
MOD15-SSIM03	7.24	5.82	9.67	0.11
MOD20-SSIM03	6.35	5.90	8.48	0.13
MOD25-SSIM03	5.49	6.14	7.33	0.14
MOD38-SSIM03	4.59	6.25	6.13	0.18
Q0-SSIM03	3.72	6.43	4.97	0.27

Tabla E.4: SSIM de 0.4 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM04	38.70	3.18	51.68	0.03
MOD5-SSIM04	18.17	8.05	24.27	0.06
MOD10-SSIM04	12.02	9.01	16.06	0.09
MOD15-SSIM04	9.53	9.74	12.73	0.10
MOD20-SSIM04	8.69	9.86	11.61	0.11
MOD25-SSIM04	7.91	10.14	10.56	0.12
MOD38-SSIM04	7.08	10.30	9.45	0.15
Q0-SSIM04	6.29	10.52	8.41	0.22

Tabla E.5: SSIM de 0.5 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM05	39.70	5.97	53.02	0.03
MOD5-SSIM05	20.55	11.95	27.45	0.06
MOD10-SSIM05	14.87	13.27	19.86	0.08
MOD15-SSIM05	12.63	14.06	16.87	0.09
MOD20-SSIM05	11.88	14.25	15.87	0.10
MOD25-SSIM05	11.19	14.51	14.94	0.11
MOD38-SSIM05	10.45	14.73	13.96	0.13
Q0-SSIM05	9.74	14.97	13.01	0.18

Tabla E.6: SSIM de 0.6 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM06	41.16	8.45	54.98	0.03
MOD5-SSIM06	23.71	15.30	31.67	0.05
MOD10-SSIM06	18.65	16.89	24.91	0.07
MOD15-SSIM06	16.61	17.73	22.19	0.08
MOD20-SSIM06	15.94	17.93	21.29	0.09
MOD25-SSIM06	15.33	18.22	20.47	0.09
MOD38-SSIM06	14.71	18.44	19.64	0.10
Q0-SSIM06	14.08	18.69	18.80	0.14

Tabla E.7: SSIM de 0.7 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM07	42.99	10.68	57.41	0.03
MOD5-SSIM07	27.82	18.10	37.15	0.04
MOD10-SSIM07	23.31	19.88	31.13	0.06
MOD15-SSIM07	21.60	20.74	28.85	0.06
MOD20-SSIM07	21.04	20.97	28.09	0.07
MOD25-SSIM07	20.52	21.26	27.41	0.08
MOD38-SSIM07	19.95	21.49	26.65	0.09
Q0-SSIM07	19.42	21.75	25.94	0.11

Tabla E.8: SSIM de 0.8 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM08	45.55	12.58	60.84	0.02
MOD5-SSIM08	33.56	20.12	44.82	0.03
MOD10-SSIM08	29.71	21.92	39.68	0.05
MOD15-SSIM08	28.38	22.83	37.91	0.05
MOD20-SSIM08	27.84	23.05	37.19	0.06
MOD25-SSIM08	27.52	23.31	36.75	0.06
MOD38-SSIM08	27.06	23.52	36.14	0.07
Q0-SSIM08	26.63	23.79	35.56	0.08

Tabla E.9: SSIM de 0.9 en enfoque por muestreo temporal uniforme y métrica SSIM.

Modo	Imágenes (AVG)	Imágenes (STD)	Coste computacional (%)	Error de MOS (MAE)
MOD2-SSIM09	52.11	14.65	69.60	0.02
MOD5-SSIM09	44.68	21.35	59.68	0.02
MOD10-SSIM09	42.06	23.06	56.18	0.03
MOD15-SSIM09	41.19	23.79	55.01	0.03
MOD20-SSIM09	40.91	23.95	54.63	0.04
MOD25-SSIM09	40.62	24.19	54.25	0.04
MOD38-SSIM09	40.36	24.39	53.90	0.04
Q0-SSIM09	40.06	24.62	53.51	0.04

Apéndice F

Indicios de calidad de la tesis doctoral

Este Apéndice recopila los trabajos y actividades más relevantes desarrollados a lo largo del programa de doctorado. Las publicaciones científicas incluyen una diversidad de temas y áreas de investigación, reflejando tanto la amplitud como la profundidad del estudio realizado. Asimismo, evidencian la contribución de esta investigación al avance del conocimiento en la comunidad científica y académica.

Artículos en revistas internacionales

Título	Efficient Computational Cost Saving in Video Processing for QoE Estimation [237]
Autores	Álvaro Llorente; Javier Guinea Pérez; Juan Antonio Rodrigo; David Jiménez; José Manuel Menéndez
Revista	IEEE Access
Fecha de publicación	2024
DOI	10.1109/access.2024.3373193
URL	https://doi.org/10.1109/access.2024.3373193
Cuartil	Q2

Título	Assessment of cognitive games to improve the quality of life of Parkinson's and Alzheimer's patients [238]
Autores	Álvaro Llorente; Alberto del Rio; Yusuf Can Semerci; Jorge Alfonso Kurano; David Jimenez; José Manuel Menéndez
Revista	Sage Digital Health
Fecha de publicación	2024
DOI	10.1177/20552076241254733
URL	https://doi.org/10.1177/20552076241254733
Cuartil	Q2

Título	Performance Evaluation of YOLOv8-Based Bib Number Detection in Media Streaming Race [239]
Autores	Rafael Martínez; Álvaro Llorente; Alberto del Rio; Javier Serrano; David Jimenez
Revista	IEEE Transactions on Broadcasting
Fecha de publicación	2024
DOI	10.1109/tbc.2024.3414656
URL	https://doi.org/10.1109/tbc.2024.3414656
Cuartil	Q2

Título	Machine Learning-Based Network Anomaly Detection: Design, Implementation, and Evaluation [240]
Autores	Pilar Schummer; Alberto del Rio; Javier Serrano; David Jimenez; Guillermo Sánchez; Álvaro Llorente
Revista	MDPI AI
Fecha de publicación	2024
DOI	10.3390/ai5040143
URL	https://doi.org/10.3390/ai5040143
Cuartil	Q2

Artículos en revistas de divulgación

Título	Spanish pilot shows how DVB-I brings new opportunities for DTT
Autores	Álvaro Llorente; José Manuel Menéndez; Adolfo Muñoz Berrón
Revista	DVB Scene
Año	2023
Volumen	September 2023 – Issue 62
Enlace	https://dvb.org/wp-content/uploads/2023/09/dvbscene-62.pdf

Título	¿Con qué calidad se perciben los contenidos audiovisuales emitidos a través de la TDT en España?
Autores	Álvaro Llorente; Javier Guinea; David Jiménez; José Manuel Menéndez
Revista	TM Broadcast
Año	2025
Volumen	Enero 2025, nº 183
Enlace	https://issuu.com/daromedia/docs/tm_broadcast_espa_a_183_enero_2025?fr=sYTBhZDYzNjY1MjI

Artículos en congresos

Título	Primera emisión a nivel mundial de señal UHD 8K en DVB-T2
Autores	Llorente, Álvaro; Menéndez, José Manuel
Nombre del Congreso	XXXVI Simposio Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI 2021)
Fecha de realización	Virtual, del 20 al 24 de septiembre de 2021
Ciudad de realización	Vigo (España)
Tipo de presentación	Ponencia
Ponente	Sí

Artículos en Páginas Web

Título	What is the quality of audiovisual content
Página Web	Video-MOS (Blog)
Enlace	https://www.video-mos.com/what-is-the-quality-of-audiovisual-content/

Título	Ways to measure Quality of Experience (QoE)
Página Web	Video-MOS (Blog)
Enlace	https://www.video-mos.com/ways-to-measure-quality-of-experience-qoe/

Libros

Título	Libro Blanco UHD Spain: Impulsando Juntos la Televisión del Futuro
Autores	Llorente, Álvaro; Menéndez, José Manuel; junto con otros miembros de la Asociación UHD Spain
Edición	Segunda edición. Noviembre de 2022
Principal contribución	Capítulo 5: Codificación de señal de vídeo. Sección 5.3.4: Procesos de Multigeneración. Análisis de degradación de la señal
Páginas	157-179
Editorial	Círculo Rojo
Cita del libro	Asociación UHD Spain. (2022). Libro Blanco UHD SPAIN. Segunda Edición. Editorial Grupo Editorial Círculo Rojo SL. ISBN: 978-84-1155-685-9

Participación en *Workshops*

Título	Presentación del piloto de emisión de señal UHD 8K en DVB-T2
Organismo organizador	Cátedra RTVE en la UPM
Fecha de celebración	21/10/2020 (Instituto Oficial de RTVE)
Horas	11 horas (Preparación del workshop + ponencia)

Título	Presentación del primer piloto nacional de emisión de canales DVB-I de RTVE vinculados a señal de TDT
Organismo organizador	Cátedra RTVE en la UPM
Fecha de celebración	27/04/2023 (Salón de Grados de la ETSIT UPM)
Horas	30 horas (Preparación del workshop + ponencia)

Registros de *software* en la UPM

Título	Módulo de extracción de características del vídeo para generación de base de datos de entrenamiento
Módulo	M-002018/2023
Autores	Federico Álvarez; Andrés Artaloytia; Iago Fernández-Cedrón; Javier Guinea; David Jiménez; Álvaro Llorente; José Manuel Menéndez; Juan Antonio Rodrigo
Año	2023
Organismo	Registro Territorial de la Propiedad Intelectual de la Comunidad de Madrid

Título	Módulo de adquisición, captura y procesamiento de vídeo en tiempo real para medición de calidad
Módulo	M-002033/2023
Autores	Federico Álvarez; Andrés Artaloytia; Iago Fernández-Cedrón; Javier Guinea; David Jiménez; Álvaro Llorente; José Manuel Menéndez; Juan Antonio Rodrigo
Año	2023
Organismo	Registro Territorial de la Propiedad Intelectual de la Comunidad de Madrid

Título	Módulo de estimación de calidad subjetiva de vídeo mediante inteligencia artificial
Módulo	M-002037/2023
Autores	Federico Álvarez; Andrés Artaloytia; Iago Fernández-Cedrón; Javier Guinea; David Jiménez; Álvaro Llorente; José Manuel Menéndez; Juan Antonio Rodrigo
Año	2023
Organismo	Registro Territorial de la Propiedad Intelectual de la Comunidad de Madrid

Título	Módulo de gestión de datos en tiempo real para procesado de vídeo y estimación de calidad subjetiva
Módulo	M-002039/2023
Autores	Federico Álvarez; Andrés Artaloytia; Iago Fernández-Cedrón; Javier Guinea; David Jiménez; Álvaro Llorente; José Manuel Menéndez; Juan Antonio Rodrigo
Año	2023
Organismo	Registro Territorial de la Propiedad Intelectual de la Comunidad de Madrid

Colaboraciones docentes predoctorales

Asignatura	Equipos y sistemas audiovisuales - 95000072
Programa de estudios	Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Escuela	E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación
Profesor responsable	José Manuel Menéndez
Años	2022-2023, 2023-2024, 2024-2025
Horas al año	20 (2022-2023), 20 (2023-2024), 30 (2024-2025)

Asignatura	Producción multimedia - 95000076
Programa de estudios	Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Escuela	E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación
Profesor responsable	José Manuel Menéndez
Años	2022-2023, 2023-2024, 2024-2025
Horas al año	20 (2022-2023), 20 (2023-2024), 30 (2024-2025)

Trabajos Fin de Grado dirigidos como tutor

Título	Desarrollo de un sistema de análisis e inserción de señalización HDR en contenido multimedia
Programa de estudios	Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Autor	Jaime Francisco García Gómez
Año	2021
Tutor	Álvaro Llorente
Ponente	José Manuel Menéndez
Departamento	Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones

Título	Desarrollo de un sistema de análisis y edición de información de flujos MPEG-TS utilizando la herramienta TSDuck
Programa de estudios	Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Autor	Marcos Hernández Baños
Año	2022
Tutor	Álvaro Llorente
Ponente	José Manuel Menéndez
Departamento	Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones

Título	Desarrollo de un método objetivo para la evaluación de QoE en servicios de streaming adaptativo
Programa de estudios	Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Autor	Sofía Ortiz-Arce Prada
Año	2024
Tutor	Álvaro Llorente
Ponente	Federico Álvarez
Departamento	Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones