

ÍNDICE DE CONTENIDOS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE ECUACIONES	VIII

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Introducción	1
1.2	Conceptos de vídeo digital	2
1.2.1	Formatos de vídeo digital	6
1.2.2	Codificación de la señal de vídeo digital	9
1.3	Necesidad de compresión	10
1.4	Motivaciones	11
1.5	Objetivos.....	12
1.6	Organización de la memoria	13
2	TÉCNICAS DE COMPRESIÓN DE LA SEÑAL DE VÍDEO.....	15
2.1	Sistemas de compresión.....	15
2.2	Técnicas de compresión de imágenes	17
2.2.1	Redundancia espacial	17
2.2.2	Redundancia estadística	23
2.2.3	Redundancia temporal	24
3	CONCEPTOS BÁSICOS DE MPEG (Moving Pictures Experts Group)....	29
3.1	Introducción	29
3.2	Historia.....	30
3.3	El estándar MPEG-2	33
3.3.1	Organización de la norma ISO/IEC 13818	34
3.3.2	Perfiles y Nivles	36
3.4	Aspectos generales	37
3.4.1	Jerarquía de un vídeo en MPEG-2.....	39
3.4.2	Procesamiento temporal.....	40
3.4.3	División de una imagen en slices	42
3.4.4	Formatos de crominancia	44
3.4.5	Reducción de redundancia espacial.....	45
3.4.6	Representación del movimiento – macrobloques	45
3.4.7	Codificación de vídeo entrelazado	46
3.5	Proceso de codificación.....	46
3.5.1	Descomponer imagen en bloques.....	47
3.5.2	DCT	48
3.5.3	Cuantificador variable	48
3.5.4	Escaneo en Zig-Zag	50
3.5.5	Codificación entrópica	51
3.5.6	Compensación de movimiento	52

3.6	Resumen codificación imágenes I	55
3.7	Resumen codificación imágenes P	56
3.8	Resumen codificación imágenes B	56
3.9	Peculiaridades de vídeo entrelazado	57
3.9.1	División en macrobloques	57
3.9.2	Escaneo coeficientes transformados.....	58
3.9.3	Compensación de movimiento	59
4	CAPA DE SISTEMA	62
4.1	Multiplexaje y sintaxis	62
4.2	Program Stream	65
4.3	Transport Stream	67
4.4	Temporización.....	68
5	CAPA DE AUDIO	70
5.1	Conceptos básicos de señal de audio	70
5.1.1	Necesidad de compresión	70
5.1.2	Técnicas de compresión de audio.....	70
5.2	Proceso de codificación en MPEG-2.....	72
5.2.1	Capa 1	74
5.2.2	Capa 2	74
5.2.3	Capa 3	74
6	CAPA DE VÍDEO	75
6.1	Estructura de datos de vídeo codificados.....	75
6.1.1	Jerarquía de la capa básica	75
6.1.2	Códigos de comienzo	76
6.1.3	Reglas semánticas para estructuras sintácticas más altas.....	77
6.2	Sintaxis y semántica del bitstream de vídeo.....	80
6.2.1	Video Sequence	81
6.2.2	Group of Pictures.....	83
6.2.3	Picture.....	84
6.2.4	Slice	86
6.2.5	Macroblock	87
6.2.6	Block	90
6.3	Extensiones escalables.....	91
6.3.1	Extensión escalable espacial	92
6.3.2	Extensión escalable SNR	92
6.3.3	Extensión escalable temporal.....	93
6.3.4	Extensión de partición de datos	93
7	DESARROLLO DEL DECODIFICADOR.....	95
7.1	Funcionalidad.....	95
7.1.1	Demultiplexor.....	95
7.1.2	Decodificador.....	96

7.2	Estudio de tiempos	116
7.2.1	Compresión frente a velocidad de decodificación.....	116
7.2.2	Reparto de tiempo en el proceso de decodificación	119
8	CONCLUSIONES	120
8.1	Conclusiones	120
8.2	Objetivos cumplidos.....	121
8.3	Líneas futuras de investigación	122
	REFERENCIAS.....	123
	GLOSARIO	125

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 División de la imagen en dos campos entrelazados</i>	<i>3</i>
<i>Figura 1.2 Muestreo espacial y temporal de la secuencia de vídeo</i>	<i>4</i>
<i>Figura 1.3 Retícula de muestreo rectangular para la digitalización de las imágenes</i>	<i>4</i>
<i>Figura 1.4 Versiones de una misma imagen con distintas resoluciones</i>	<i>5</i>
<i>Figura 1.5 Distribución espacial de las muestras de luminancia y croma en el formato 4:2:2</i>	<i>7</i>
<i>Figura 1.6 Distribución de las componentes de luminancia y croma en el formato 4:2:0</i>	<i>7</i>
<i>Figura 1.7 Etapas en la codificación y transmisión de una señal de vídeo digital.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2.1 Proceso general de codificación y decodificación de la información.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2.2 Proceso general de codificación y decodificación de imágenes mediante la transformada coseno</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2.3 Ejemplo numérico y gráfico de la transformada discreta del coseno</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2.4 Ejemplo de dos fotogramas seguidos y su diferencia.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2.5 Ejemplo de bloques utilizados para realizar la predicción en codificación diferencial</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2.6 Ejemplo del bloque utilizado para la predicción en una codificación por compensación de movimiento</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2.7 Cálculo del vector de movimiento para la compensación de movimiento.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 3.1 Modelo de la capa de Sistema de MPEG-2.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3.2 Esquema codificador y decodificador MPEG-2.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 3.3 Estructura jerárquica del vídeo MPEG</i>	<i>39</i>
<i>Figura 3.4 Ejemplo de estructura de imagen temporal.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 3.5 Reordenación de imágenes (GOP N=9, M=3)</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3.6 Estructura slice general</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3.7 Estructura slice restringida</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3.8 Bloques en el formato 4:2:0</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3.9 Bloques en el formato 4:2:2</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3.10 Bloques en el formato 4:4:4</i>	<i>45</i>
<i>Figura 3.11 Diagrama del proceso de codificación en MPEG-2.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 3.12 Entrada y salida descomposición en bloques NxN</i>	<i>47</i>
<i>Figura 3.13 Bloques en el formato 4:2:0</i>	<i>47</i>
<i>Figura 3.14 Entrada y salida DCT bidimensional</i>	<i>48</i>
<i>Figura 3.15 Entrada y salida cuantificador variable.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 3.16 Matriz de cuantificación para luminancia y croma W(v,u).....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 3.17 Ejemplo de cuantificación de un bloque.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 3.18 Entrada y salida escaneo Zig-Zag</i>	<i>50</i>
<i>Figura 3.19 Matriz de escaneo zig-zag</i>	<i>51</i>
<i>Figura 3.20 Entrada y codificación entrópica</i>	<i>51</i>
<i>Figura 3.21 Predicción de trama en imágenes de trama.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 3.22 Predicción de campo en imágenes de trama.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 3.23 Predicción Dual-prime en imágenes de trama.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 3.24 Esquema de codificación de las imágenes I</i>	<i>55</i>
<i>Figura 3.25 Esquema de codificación de las imágenes P.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 3.26 Esquema de codificación de las imágenes B.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 3.27 División en bloques de un macrobloque para imágenes progresivas y entrelazadas ..</i>	<i>58</i>
<i>Figura 3.28 Matriz de escaneo alternada.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 3.29 Predicción de campo en imágenes de campo</i>	<i>60</i>
<i>Figura 3.30 Predicción 16x8 en imágenes de campo</i>	<i>60</i>
<i>Figura 3.31 Predicción Dual-prime en imágenes de campo</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4.1 Compresión MPEG-2 de la señal de vídeo digital</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.2 Conversión de ES a PES</i>	<i>63</i>
<i>Figura 4.3 Esquema del proceso de generación y decodificación del PS y TS.....</i>	<i>64</i>

<i>Figura 4.4 Estructura del Program Stream</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4.5 División de un PES en TS packets</i>	<i>67</i>
<i>Figura 5.1 Esquema de un codificador de subbanda.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 5.2 Esquema de un decodificador de subbanda</i>	<i>71</i>
<i>Figura 5.3 Esquema de un codificador de audio MPEG.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 5.4 Esquema de un decodificador de audio MPEG</i>	<i>73</i>
<i>Figura 6.1 Estructura jerárquica del tren de bits de vídeo.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 6.2 Organización del tren de bits de alto nivel.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 7.1 Diagrama de flujo del demultiplexor.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 7.2 Reparto de tiempos considerando mismo tiempo de decodificación.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 7.3 Reparto de tiempos real</i>	<i>118</i>
<i>Figura 7.4 Reparto de memoria ocupada</i>	<i>118</i>
<i>Figura 7.5 Reparto de tiempo en el proceso de decodificación</i>	<i>119</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1 Características básicas de los sistemas PAL y NTSC</i>	<i>3</i>
<i>Tabla 1.2 Comparación entre formatos digitales</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3.1 Características de los perfiles de MPEG-2</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3.2 Resoluciones máximas de los niveles de MPEG-2</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3.3 Combinaciones recomendadas Perfil/Nivel y Máximo bitrate (Mbps).....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 6.1 Valores de código de comienzo.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 6.2 Códigos de identificador de código de comienzo de extensión.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 6.3 Significado de chroma_format</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 6.4 Número de bloques en función de chroma_format.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 6.5 Estructura time_code.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 6.6 Tipo de codificación de imagen</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 6.7 Precisión coeficientes DC intracodificados</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 6.8 Significado de picture_structure.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 6.9 Significado frame_motion_type.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 6.10 Significado field_motion_type</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 6.11 Relación entre intra_dc_precision y el valor de reiniciación del predictor.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 6.12 Selección de tablas VLC de coeficientes DC</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 7.1 Tiempos y espacio en memoria de decodificación en un GOP</i>	<i>117</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 2.1 Transformada discreta del coseno 2D.....</i>	<i>21</i>
<i>Ecuación 2.2 Transformada inversa discreta del coseno 2D.....</i>	<i>21</i>
<i>Ecuación 3.1 Obtención de los coeficientes cuantificados.....</i>	<i>50</i>