

**Tecnologies de Compressió de la Informació**

Codi: 105073

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2502441 Enginyeria Informàtica	OT	4	1

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

### Professor/a de contacte

Nom: Joan Bartrina Rapesta

Correu electrònic: Joan.Bartrina@uab.cat

### Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Grup íntegre en anglès: Sí

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

### Equip docent

Joan Serra Sagristà

Ian Blanes Garcia

### Prerequisits

- Conceptes bàsics de Linux i bash.
- Coneixament bàsic d'anglès escrit i oral.

### Objectius

L'objectiu de l'assignatura de Tecnologies de Compressió de Dades és adquirir un coneixement específic sobre els sistemes de compressió de dades. Això permet als estudiants tenir la capacitat suficient per avaluar les prestacions i les característiques d'un sistema de compressió per a un escenari específic. Aquesta assignatura permet construir una base de coneixements per desenvolupar el treball final de grau (TFG) relacionat amb aquest tema i / o continuar amb estudis de postgrau relacionats. Es contempla la possibilitat d'assumir aquest tema i el TFG simultàniament.

### Competències

- Adquirir hàbits de pensament.
- Adquirir hàbits de treball personal.
- Capacitat per a seleccionar, desplegar, integrar i gestionar sistemes d'informació que satisfacin les necessitats de la organització, amb els criteris de cost i qualitat identificats.
- Capacitat per concebre, redactar, organitzar, planificar, desenvolupar i signar projectes en l'àmbit de l'enginyeria informàtica que tinguin per objecte la concepció, el desenvolupament o l'explotació de sistemes, serveis i aplicacions informàtiques.
- Capacitat per dissenyar, desenvolupar, avaluar i assegurar l'accessibilitat, l'ergonomia, la usabilitat i la seguretat dels sistemes, serveis i aplicacions informàtiques, així com de la informació que gestionen.

- Capacitat per dissenyar, desenvolupar, seleccionar i avaluar aplicacions i sistemes informàtics, assegurant-ne la fiabilitat, la seguretat i la qualitat, d'acord amb els principis ètics i la legislació i la normativa vigents.
- Treballar en equip.

## Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar els principals protocols i conèixer els estàndards internacionals i els organismes d'estandardització.
2. Aplicar els processos bàsics en continguts multimèdia per a la seva transmissió.
3. Conèixer el funcionament dels diferents algorismes de compressió de dades 1D i 2D.
4. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
5. Dissenyar integradament i avaluar sistemes d'informació tenint en compte criteris de cost i qualitat.
6. Dissenyar, desenvolupar, seleccionar i avaluar aplicacions, assegurant la seva fiabilitat i seguretat.
7. Identificar anomalies, ineficiències i colls d'ampolla de rendiment en executar un programa en un computador monoprocesador, tant en còmput com en accés a memòria, i proposar modificacions al programa per millorar el rendiment.
8. Identificar els criteris que permetran avaluar la validesa de les solucions proposades.
9. Implementar algorismes bàsics de transformacions i modelatge geomètric (2D i 3D).
10. Treballar cooperativament.
11. Treballar de manera autònoma.

## Continguts

1. Introducció
  - 1.1. Digital Images
  - 1.2. Gray, Color, Multicomponent images, video, frame
  - 1.3. Samples, pixels, resolution, bit-depth and Dynamic Range
  - 1.4. Compute Size of Images (KBits, Kbytes, Megabytes, bits per sample)
  - 1.5. The Principle of Image Compression: Redundancy
  - 1.6. Entropy
  - 1.7. Lossless, Lossy and Near-lossless compression
2. Mesures de distorsió
  - 2.1. Motivation and Objective
  - 2.2. Perceptual
    - 2.2.1. SSIM
  - 2.3. Analytical
    - 2.3.1. PAE
    - 2.3.2. MSE
    - 2.3.3. PSNR
3. Decorrelació
  - 3.1. Motivation and Objective
  - 3.2. Spatial and Spectral
  - 3.3. Transform based
  - 3.4. Prediction based
  - 3.5. Color Transform
4. Quantització
  - 4.1. Motivation and Objective
  - 4.2. Quantization // Dequantization process
  - 4.3. Transform based
  - 4.4. Prediction based
5. Coding
  - 5.1. Shannon-Fano Coding

- 5.2. Huffman Coding
- 5.3. Elias Coding
- 5.4. Arithmetic Coding
- 5.5. Golomb Coding
- 5.6. LZ77
- 5.7. Asymmetric Numeral Systems
  
- 6. Sistemes de compressió d'imatges actuals
  - 6.1. JPEG
  - 6.2. JPEG-LS
  - 6.3. JPEG2000
  - 6.4. CCSDS-122
  - 6.5. CCSDS-123
  - 6.6. HEIC
  
- 7. Sistemes de compressió i transmissió de vídeo actuals
  - 7.1. AVC and HEVC
  - 7.2. VP9 and AV1
  - 7.3. Dynamic Adaptive Streaming
  
- 8. Compressió de dades: State-of-the-Art
  - 8.1. Compressed Data Structures
  - 8.2. Graph wavelet Transforms
  - 8.3. Point Cloud Compression
  - 8.4. Variable-to-fixed codes
  - 8.5. Social network data compression
  - 8.6. Rate control for prediction-based compression
  - 8.7. High Performance Computing on Image and Video Data Compression

## Metodologia

El contingut d'aquesta assignatura s'ensenyarà als estudiants mitjançant una combinació de conferències i pràctiques. Durant les sessions s'introduiran diferents conceptes de compressió de dades digitals. Per a cada concepte, es animarà als estudiants a participar activament en la resolució d'exemples. A més, per a un petit conjunt de conceptes, es proporcionarà un pràctic guiat, per al qual els estudiants hauran de respondre algunes preguntes. Campus Virtual s'utilitzarà per a la comunicació entre professors i estudiants (material, actualitzacions, anuncis, etc.)

Durant el curs es duran a terme diferents activitats:

### Activitats formatives

- Tipus: Activitats dirigides a professors
  - o Classes teòriques / conferències
  - o Classes pràctiques / conferències
- Tipus: Activitats supervisades
  - o Pràctiques de supervisió d'activitats
  - o Supervisió de presentació oral
  - o Tutoria i consultes
- Tipus: Autònom
  - o Preparació de l'activitat pràctica
  - o Preparació de l'activitat d'exposició oral

Durant les classes teòriques i pràctiques, es presentaran i debatran els continguts de l'assignatura. L'estudiant proporcionarà materials digitals, impressions i referències bibliogràfiques. Seran debats actius en què es progressarà de manera constructiva mitjançant la identificació dels principals objectius. Els estudiants proposen i resoldran exercicis que complementin l'explicació teòrica.

Durant les classes pràctiques es proposaran exercicis a resoldre amb ordinador. Per validar els coneixements adquirits, caldrà respondre algunes preguntes (de forma oral o escrites) durant aquestes sessions.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes teòriques i pràctiques	38	1,52	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9
Pràctiques	12	0,48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Tipus: Supervisades			
Supervisió presentació oral	6	0,24	1, 3, 6, 7, 9, 11
Supervisió pràctiques	6	0,24	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10
Tutories i consultes	6	0,24	1, 3, 6, 7, 9, 11
Tipus: Autònomes			
Preparació exercicis i pràctiques	40	1,6	1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 11
Preparació presentació oral	36	1,44	1, 2, 3, 8, 10

## Avaluació

Les dates d'avaluació contínua es publicaran a Campus Virtual. Els terminis específics poden canviar, només quan sigui necessari. Tota modificació es comunicarà sempre als estudiants a través de Campus Virtual.

L'avaluació de l'assignatura (sobre 10 punts) es durà a terme de la següent manera:

- Activitats pràctiques, 3 punts. Desenvolupades en grup de 2 persones. Com a part de l'avaluació contínua, aquestes activitats consisteixen en un conjunt de pràctiques petites, amb l'objectiu d'aplicar els conceptes de compressió teòrica presentats pels professors durant les conferències. Aquests exercicis es realitzaran durant les sessions. Totes les activitats pràctiques tindran el mateix pes. Puntuació mínima per superar l'assignatura 1,5 punts.
- Resolucions d'exercici, 3 punts. Aquesta és una tasca individual. Com a part de l'avaluació contínua, s'han de resoldre exercicis breus. Tots els exercicis tindran el mateix pes. Puntuació mínima per superar l'assignatura 1,5 punts.
- Presentació oral, 4 punts. Es tracta d'una tasca individual. Consisteix a fer una presentació oral sobre un tema concret. L'elecció del tema es discutirà i acordarà a la classe, seleccionant temes d'una llista proporcionada pel professorat o pels propis estudiants. A més, el presentador haurà de proposar un exercici que els altres estudiants hauran de respondre. El presentador també haurà de corregir i puntuar les respostes. D'altra banda, l'audiència ha de fer 3 preguntes (com a mínim) durant les presentacions. Una llista preliminar de temes provisionals inclou:
  - o Shannon Fano Coding
  - o Huffman Coding
  - o Elias Coding
  - o Arithmetic Coding
  - o Golomb Coding
  - o Asymmetric Numeral System Coding
  - o JPEG
  - o Wavelet Transform. Haar Wavelet Transform
  - o Index Coding

- o Embedded encoding of zero-tree wavelet coefficients (EZW)
- o Set partitioning in hierarchical trees (SPIHT)
- o Set partitioning embedded block coder (SPECK)
- o Lower-Tree Wavelet (LTW)
- o JPEG-2000
- o CCSDS-122.0
- o Context-Adaptive Lossless Image Coder (CALIC)
- o Low Complexity Lossless Compression for Images (LOCO-I)
- o Multi-component CALIC (M-CALIC)
- o CCSDS-123.0
- o CCSDS-123.1
- o Dynamic Adaptive Streaming over HTTP
- o Audio Compression FLAC

Nota mínima per aprovar l'assignatura: 2 punts i assistència mínima del 80% en aquesta activitat.

• Prova de recuperació, 6 punts. Aquells estudiants que no tinguin una nota final (Activitats pràctiques + Resolucions d'exercici + Presentació oral) igual o superior a 5, tindran l'oportunitat de recuperar (obtenir un 5 o superior) mitjançant una prova de recuperació. La prova de recuperació cobreix material de les activitats pràctiques i resolucions d'exercicis. Consistirà principalment en exercicis a l'estil dels treballats durant el curs; una part més petita consistirà en preguntes més teòriques. Si la prova de recuperació més la nota de presentació oral no és igual o superior a 5, no superaran l'assignatura.

Per a aprovar l'assignatura es necessita una qualificació general superior a 5 o superior. No es pot assignar una nota "no avaluable" als estudiants que han participat en alguna de les proves parcials individuals o l'examen final. Per superar el curs amb matrícula d'honor, la nota final ha de ser de 9,0 o superior. Com que el nombre d'estudiants amb aquesta distinció no pot superar el 5% del nombre d'estudiants matriculats al curs, aquesta distinció s'atorgarà a qui tingui la nota final més alta. En cas d'empat, es tindran en compte els resultats de la prova parcial. No es donarà cap tractament especial als estudiants que hagin cursat l'assignatura l'any anterior.

Durant les sessions s'aniran revisant els exercicis resoltos fet que permetrà anar revisant les qualificacions per part dels estudiants.

És important tenir en compte que cap alumne no es permetrà activitats d'avaluació per a qualsevol estudiant en una data o hora diferent a la establerta, tret que per causes justificades degudament avisades abans de l'activitat i amb el consentiment previ del professor. En la resta de casos, si no s'ha realitzat una activitat, no es pot tornar a avaluar.

Els estudiants que no superin la nota per no assolir alguna de les notes mínimes serà qualificat amb un 4.

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que es considerin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, les irregularitats comeses per un estudiant que puguin comportar una variació de la qualificació s'anotaran amb un zero (0). Per exemple, plagiar, copiar, deixar copiar, etc., una activitat d'avaluació, implicarà suspendre aquesta activitat d'avaluació amb un zero (0). Les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta manera i mitjançant aquest procediment no es podran recuperar. Si cal aprovar alguna d'aquestes activitats d'avaluació per superar l'assignatura, aquesta assignatura es suspendrà directament, sense la possibilitat de recuperar-la al mateix curs.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Activitats pràctiques	30%	2	0,08	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Presentació oral	40%	2	0,08	1, 3, 4, 5, 6, 8, 11
Resolució d'exercicis	30%	2	0,08	2, 3, 7, 8, 11

## **Bibliografia**

- Thomas M. Cover and Joy A. Thomas (1991). Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc
- Mark Nelson (1991). The Data Compression Book, Prentice Hall.
- D.S.Taubman and M.W.Marcellin (2002). JPEG 2000. Kluwer Academic Publishers.
- David Salomon (2006, 4th Edition). Data Compression: The Complete Reference(Hardcover), Springer. ISBN 1-84628-602-5.
- Es proporcionaran diversos documents als estudiants segons la seva elecció del tema d'exposició oral.