



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

MATERIALS TRANSVERSALS PER A L'APRENENTATGE ACTIU DE LES MATÈRIES DE PROCESSAT D'IMATGE I VÍDEO

- Morros Rubió, Josep Ramon – ramon.morros@upc.edu
- Verónica Vilaplana – veronica.vilaplana@upc.edu
- Javier Ruiz-Hidalgo – j.ruiz@upc.edu
- Josep R. Casas Pla – josep.ramon.casas@upc.edu
- Antoni Gasull Llampallas – antoni.gasull@upc.edu
- Ferran Marques Acosta – ferran.marques@upc.edu
- Montse Pardàs Feliu – montse.pardas@upc.edu
- Philippe Salembier Clairon – philippe.salembier@upc.edu

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
Dept. Teoria del Senyal i Comunicacions
Jordi Girona 1-3 08034 Barcelona

1. RESUM:

Aquest treball vol promoure la col·laboració i coordinació entre assignatures de processat d'imatge/vídeo amb l'objectiu de potenciar els resultats en l'aprenentatge. Les principals contribucions són a) la creació d'un banc de materials comú: demostradors gràfics, col·leccions de problemes, qüestionaris, etc. i b) l'establiment d'estratègies per utilitzar aquest material en el desenvolupament de competències, tant específiques com genèriques, amb especial èmfasi en potenciar l'autoaprenentatge.

2. ABSTRACT:

This work aims to promote the cooperation and coordination between different image/video processing courses taught at the UPC in order to enhance the learning results. The main contributions are a) the creation of a common set of materials: graphical demonstrators, collections of problems, question banks, etc. and b) the design of strategies to use this material in the development of generic and specific skills, with special emphasis on promoting independent learning.

3. **PARAULES CLAU: 5-6** “Demostradors matlab”, “processat d'imatge i video”, “qüestionaris”, “material docent”, “competències específiques” / **KEYWORDS: 5-6** “Matlab demonstrators”, “image/video processing”, “question Banks”, “teaching material”, “specific skills”



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

4. DESENVOLUPAMENT:

a) Objectius

Amb la posada en marxa dels graus adaptats a l'EEES¹, els autors hem participat en el disseny i impartició de noves assignatures de l'àmbit del processat d'imatge i vídeo i de visió per computador. Aquestes assignatures s'imparteixen en diferents graus (GCTT², GESAB³, GESE⁴, GEST⁵, GET⁶, GESAT⁷) i màsters (MET⁸, MERIT⁹) de dues escoles (ETSETB¹⁰ i EET¹¹) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

En el context del procés de Bolonya s'ha fet un canvi cap a un nou model d'ensenyament, basat en competències que dona especial importància a l'autoaprenentatge i al treball autònom de l'alumne. Al mateix temps, la diversitat de graus i d'assignatures d'especialitat amb temàtiques properes fa difícil establir un itinerari pels alumnes ja que, tot i que poden escollir assignatures d'altres graus com a optatives, molts cops no disposen de coneixements previs claus, proporcionats en assignatures que no han cursat.

En aquest context, aquest treball adreça diferents objectius, com són:

- Creació de nou material docent i millora de l'existent, amb especial èmfasi en el desenvolupament de competències genèriques (especialment autoaprenentatge, i també tercera llengua) i en l'avaluació de les competències específiques de cada assignatura. La finalitat és millorar els resultats de l'aprenentatge.
- Promoció de la col·laboració i la coordinació entre les diferents assignatures, de forma que s'optimitzin els recursos i es potenciï la reutilització de material i es faciliti la actualització contínua de les assignatures. Això s'aconsegueix amb un banc de material comú i ben categoritzat, que permeti donar resposta a necessitats concretes de formació.

Aquesta proposta es contextualitza dins d'un projecte d'innovació educativa finançat per la UPC [1], en el que vam participar un total de 8 professors (els signants d'aquest treball) i sis estudiants becats (: *Xavier Vergés Parisi, Laura Pons Lloret, Biel Roig Solvas, Dèlia Fernández Cañellas, Javier Góngora Sampietro, i Ana Olivé Heras*).

b) Descripció del treball

El treball desenvolupat es pot dividir en quatre grans blocs:

- Creació de demostradors



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- Creació de nou material docent: enunciats de pràctiques interactius, col·leccions de problemes,
- Agrupació i categorització de material (nou i existent)
- Creació de bancs de preguntes i qüestionaris en format electrònic (Moodle [2])

Les assignatures de l'àrea d'imatge i vídeo es caracteritzen per tenir una alta complexitat algorítmica i matemàtica. L'ús d'exemples i demostracions gràfiques en cassos controlats facilita molt la comprensió dels conceptes teòrics. Aquests exemples solen requerir càlculs complexos i sistemes de visualització potents. Tot i que hi ha programes que ho permeten (Matlab [3], Mathematica [4], etc.), el seu ús suposa una dificultat afegida i pot distreure l'alumne de l'estudi de la matèria en qüestió. Per això, una part important del treball ha consistit en la creació d'un conjunt de demostradors. Els **demostradors** (Fig. 1,2) són programes desenvolupats en Matlab amb una interfície gràfica que permeten estudiar diferents conceptes. Aquest procés es pot fer de forma simple. La intenció és que aquests demostradors puguin ser utilitzats pel professorat, per il·lustrar les explicacions en les classes presencials. Posteriorment, l'alumne els pot utilitzar de forma autònoma, com a ajuda en el procés d'aprenentatge, per aprofundir en la comprensió dels continguts explicats. La idea és que l'alumne pugui provar més possibilitats que les estrictament presentades a classe. Els demostradors son instruments molt útils donat que ajuden a clarificar competències cognitives específiques de cada matèria i afavoreixen el treball autònom.

S'han realitzat 15 demostradors que s'han utilitzat en les classes presencials de les assignatures d'imatge impartides en els dos quadrimestres del 2013 i alguns d'ells s'han proporcionat als estudiants per al seu ús fora de l'aula. Els demostradors realitzats corresponen als següents temes:

Processament puntual d'imatge:

1. Histograma Color: il·lustra la problemàtica de la representació d'histogrames color. Es mostren histogrames separats per components, histogrames conjunts de les tres components, i histogrames de luminància i crominància, amb nombre de bins variable.

2. Transformacions de nivell de gris: permet treballar amb les transformacions de contrast més usuals (negatiu, clipping, binarització, transformació potencial i logarítmica).

3. Diferència d'imatges: il·lustra els problemes de visualització que apareixen en restar dues imatges, comparant resultats obtinguts amb tres operacions: valor absolut, stretching i clipping.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

4. Compensació d'il·luminació: mostra un mètode simple de compensació d'il·luminació, es transforma la imatge perquè la mitja i la variància dels seus nivells de gris coincideixi amb valors donats, o perquè coincideixin amb les estadístiques d'una imatge de referència.

5. Quantificació: realitza la quantificació uniforme o la quantificació òptima (quantificació Max Lloyd) d'una imatge en nivells de gris, mostrant histogrames, funció de quantificació, error i paràmetres de qualitat de la imatge quantificada.

Processament lineal d'imatge:

6. Transformada de Fourier: calcula i mostra mòdul i fase de la transformada de Fourier d'una imatge d'entrada, permet calcular la transformada de funcions sinusoidals de freqüència variable.

7. Filtrat lineal: aplica diferents filtres lineals a una imatge: filtres promitjadors, de gradient, laplacià i filtres definits per una màscara de convolució definida per l'usuari.

8. Transformades d'imatge: permet comparar les propietats de compactació d'energia de les transformades DCT, DFT i KLT, per a diferents configuracions (elements de la base, grandària de bloc, etc.)

Processament geomètric d'imatge:

9. Operadors bàsics de morfologia: il·lustració de l'efecte i propietats dels operadors morfològics bàsics: erosió, dilatació, obertura i tancament. Treballa amb elements estructurants predefinitos o elements arbitraris definits per l'usuari. Es pot visualitzar la diferència entre la imatge original i la transformada i iterar l'aplicació dels operadors.

10. Reconstrucció morfològica: il·lustració de l'efecte i propietats dels operadors de reconstrucció i reconstrucció dual, per a un conjunt de marcadors predefinitos. Es pot combinar amb l'operador dual, i visualitzar la diferència (el top hat o top hat dual de la imatge).

11. Transformada de Hough: il·lustració del càlcul de la transformada de Hough d'una imatge (opcionalment es detecten contorns prèviament), selecció de màxims i visualització de les rectes trobades sobre la imatge original.

Segmentació d'imatge:

12. K-means 1D: aplicació de l'algorisme k-means en imatges de nivells de gris, classificació i etiquetatge de la imatge. Inicialització manual o automàtica i execució pas a pas o directa.



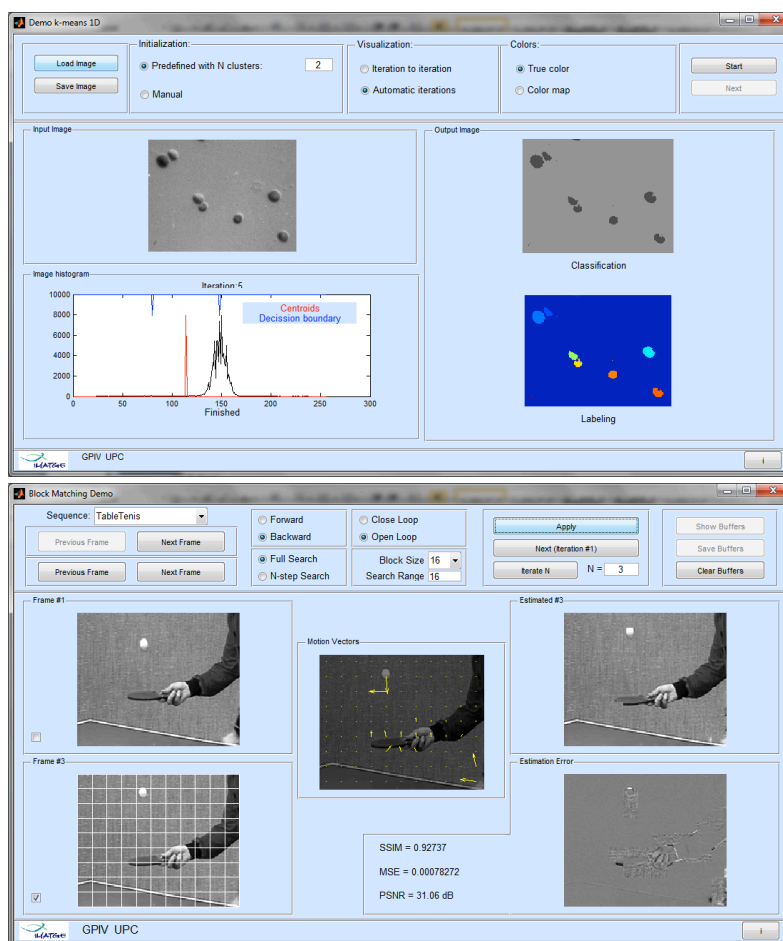
MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

13. K-means 2D: aplicació de l'algorisme k-means sobre dues de les components color d'una imatge, classificació i etiquetatge de la imatge, visualització de la divisió de l'espai. Inicialització manual o automàtica i execució pas a pas o directa.

Processament de vídeo: detecció i estimació de moviment:

14. Estimació de moviment amb blockmatching: realitza l'estimació de moviment entre imatges d'una seqüència de vídeo. Es poden utilitzar 2 algorismes de cerca, triar la finestra de cerca, l'interval temporal, etc. Els vectors trobats es mostren gràficament sobre la imatge destí. També es possible visualitzar la imatge compensada amb els vectors trobats, la imatge error resultant, així com mesures de la qualitat de la compensació (PSNR, SSID).

15. Detecció de primer pla: permet fer una detecció dels objectes de primer pla utilitzant tres algorismes diferents: model gaussià fix, model gaussià adaptatiu i Stauffer & Grimson (múltiples gaussianes). Es poden modificar diferents paràmetres, com la longitud dels intervals d'entrenament, la velocitat d'adaptació, etc.





MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

Figura 1: Exemple de demostradors: k-means 1D i Block-matching)

Les col·leccions de problemes i les pràctiques de laboratori son altres instruments molt utilitzats que permeten transmetre informació, coneixement i reforçar i consolidar les competències específiques de cada matèria. Les col·leccions de problemes permeten als estudiants autoavaluar el seu grau de comprensió de la matèria. Per al professorat son una eina útil per transmetre coneixements i per fer èmfasi en els aspectes més importants. Aquestes col·leccions consisteixen en problemes (molts d'ells amb la solució completa) que il·lustren els diferents temes tractats en les assignatures. S'han actualitzat o creat col·leccions de problemes per a les assignatures IPSAV¹², PIV¹³, PDI¹⁴, VC¹⁵, PIM¹⁶, IP¹⁷:

En general, la feina als laboratoris consisteix a fer un treball pràctic amb un guió ben estructurat que permet a l'estudiant analitzar les diferents eines que s'han desenvolupat a les classes de teoria mitjançant aplicacions concretes. S'han creat (o actualitzat) les pràctiques de laboratori corresponents a les assignatures IPSAV, PIV, PDI, VC, CCAV¹⁸, MC¹⁹. El disseny de les pràctiques s'ha fet de forma flexible perquè l'alumne pugui experimentar més enllà del guió. D'aquesta manera, amés del treball al laboratori es potencia el treball autònom de l'alumne. La majoria de les pràctiques estan basades en l'eina Notebook Matlab [5]. Aquesta eina permet accedir, des de l'entorn d'un processador de text, a comandes Matlab per fer càlculs i visualitzar resultats, sense necessitat de programar.

En aquest treball s'ha establert una categorització, de forma que el professorat el pot utilitzar tant per donar suport als continguts que imparteix com per reforçar coneixements que es suposa que els alumnes ja tenen. D'aquesta forma es facilita la possibilitat de que els alumnes recuperin els coneixement previs de forma autònoma.

Els qüestionaris [6] consisteixen en bancs de preguntes interactives amb una temàtica concreta. Es poden utilitzar per proporcionar una retroacció a l'estudiantat, que li permet saber si el seu grau d'assoliment és el demanat o si necessita més treball per poder assolir els coneixements a transmetre. També resulten útils per l'avaluació de les competències específiques. S'han creat **bancs de preguntes i qüestionaris interactius** en (l'entorn Moodle) en un conjunt de categories, per a la seva utilització en algunes de les assignatures implicades en el projecte: PDI, VC, IPSAV.

- Processament digital d'imatge (PDI, EET): S'han creat les primeres 50 preguntes del banc de preguntes de l'assignatura. Amb elles s'han elaborat 6 qüestionaris d'avaluació de l'estudi previ necessari per a les pràctiques de laboratori. S'està preparant un altre conjunt de preguntes que s'utilitzaran en qüestionaris d'autoavaluació. Es preveu finalitzar la seva creació durant el segon quadrimestre del curs 2013-2014, per a la seva utilització en el primer

MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

quadrimestre del següent curs (l'assignatura s'imparteix només durant el primer quadrimestre de cada curs lectiu). Les preguntes s'han introduït tant en català com en anglès.

- Visió per Computador (VC, EET): S'han creat un total de 29 preguntes de l'assignatura, agrupades en 3 categories: model espai-freqüència, model geomètric i vídeo. Aquestes preguntes estan pensades per ser utilitzades en qüestionaris d'auto avaluació i es provaran la propera vegada que es repeteixi l'assignatura (primer quadrimestre curs 2014-2015). Algunes de les qüestions serveixen de repàs de temes d'assignatures anteriors (Processat Digital d'Imatge). D'aquesta forma els estudiants poden auto-avaluar si tenen els coneixements previs necessaris. Les preguntes s'han introduït tant en català com en anglès.
- Introducció al Processament de Senyals Audiovisuals (IPSAV, ETSETB): S'ha començat a generar un banc de preguntes de l'assignatura. L'objectiu és doble. D'una banda, servir d'autoavaluació en el procés d'aprenentatge de l'alumne. Per un altre, servir de pont entre assignatures posteriors del grau. D'aquesta manera, assignatures de quadrimestres posteriors poden utilitzar el banc de preguntes per assegurar-se amb els alumnes que aquests tenen els coneixements adequats per seguir l'assignatura. Com a primera avaluació s'han generat 11 preguntes del tema de Transformada Discreta de Fourier.

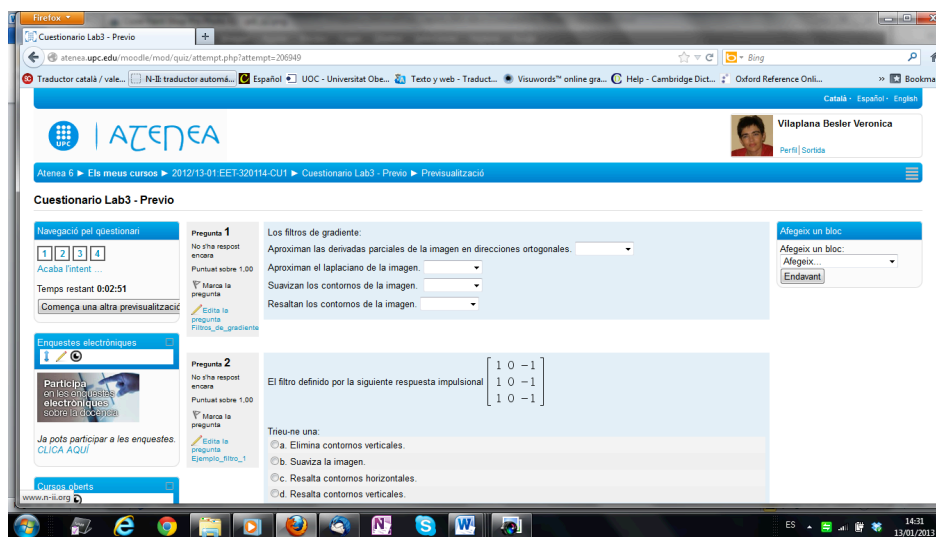


Figura 2: Qüestionari utilitzat per avaluar l'estudi previ als laboratoris de PDI

Finalment, també s'ha actualitzat i agrupat el material teòric de les assignatures ja existents, i s'ha creat el material per a les assignatures noves (MC, CV, CCAV, PIV). El material s'ha desenvolupat en català i en anglès, segons la llengua



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

d'impartició de cada assignatura. El material està a la disposició del professorat integrant del projecte en una aula específica del Moodle de la UPC, de forma que es faciliti la reutilització de material.

c) Resultats i/o conclusions

Amb la implantació dels graus ha sorgit la necessitat de crear noves assignatures amb temàtiques relacionades amb el processament d'imatge i vídeo. Hem aprofitat aquest moment per crear una coherència entre diferents assignatures d'imatge.

El nou material ha estat dissenyat des d'un punt de vista d'ús escalable. És a dir, aquest material donarà servei a assignatures de diferents nivells dintre de diferents plans d'estudis i servirà de suport pel desenvolupament i exemplificació de conceptes pràctics i teòrics en aquests diferents nivells. L'agrupació i categorització del material permet al professorat establir una major coordinació entre assignatures.

Al mateix temps, s'han creat recursos per desenvolupar i avaluar un conjunt de competències genèriques i alhora, fomentar l'auto-aprenentatge dels estudiants.

El projecte ja ha començat a donar resultats en forma de col·laboració entre assignatures. Per exemple, una part de les preguntes realitzades als qüestionaris s'han utilitzat en l'assignatura de PDI i en la de VC que s'imparteix un quadrimestre més tard i requereix els coneixements adquirits a PDI, per que els alumnes recordin els conceptes necessaris. També podem citar l'experiència de l'assignatura IPSAV, on hi ha hagut una acceptació molt positiva per part de professors no implicats en aquest projecte docent del material realitzat (demostradors, qüestionaris i bancs de preguntes).

Al final d'aquest quadrimestre i els següents està previst fer una avaluació qualitativa dels beneficis d'aquest treball.

Considerem també que la metodologia de treball i de generació de continguts de aquest projecte es pot aplicar directament en altres assignatures del grup on diferents professors ja han mostrat el seu interès per utilitzar els resultats d'aquest projecte docent.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

[1] Verónica Vilaplana, Josep R. Casas Pla, Antoni Gasull Llampallas, Ferran Marques Acosta, Josep Ramon Morros Rubió, Montse Pardàs Feliu, Javier Ruiz Hidalgo, Philippe Salembier Clairon, "Elaboració de materials transversals per a l'aprenentatge actiu de les matèries de processat d'imatge i vídeo pels graus de sistemes audiovisuals i de telecomunicacions", Jornada d'Innovació Docent UPC 2013.
<http://www.upc.edu/innovaciODOCENT2012/pdf/31.pdf>



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- [2] Hart, M. & Rush, D. (2007) Open source VLEs (MOODLE) and student engagement in a blended learning environment. 2nd International Conference on e-Learning (ICEL 2007), Columbia Univ, Teachers Coll, New York, NY. ISBN: 978-1-905305-46-9
- [3] MATLAB, <http://www.mathworks.es/products/matlab/>
- [4] Mathematica, <http://www.wolfram.com/mathematica/>
- [5] Matlab Notebook, http://www.mathworks.es/es/help/matlab/matlab_prog/create-a-matlab-notebook-with-microsoft-word.html
- [6] Masaló, Ingrid; Kallas, Zein; Almirall, Antoni; Ornat, Cesar; Achaerandio, Isabel, Cuestionarios moodle como herramienta transversal de aprendizaje, VII Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació, Barcelona, Juliol de 2012

¹ Espai Europeu d'Educació Superior

<http://www.gencat.cat/economia/ur/ambits/universitats/sistema/eees/index.html>

² Grau en Ciències i Tecnologies de Telecomunicació

http://www.etsetb.upc.es/info_sobre/estudis/graus/grau_cittel/

³ Grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals

http://www.etsetb.upc.es/info_sobre/estudis/graus/grau_sis_audio

⁴ Grau en Enginyeria de Sistemes Electrònics

http://www.etsetb.upc.es/info_sobre/estudis/graus/grau_sis_ele/

⁵ Grau en Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació

http://www.etsetb.upc.es/info_sobre/estudis/graus/grau_sis_telecom/

⁶ Grau en Enginyeria Telemàtica

http://www.etsetb.upc.es/info_sobre/estudis/graus/graus_telematica/

⁷ Grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals

<http://www.eet.upc.edu/estudis/estudis-de-grau/plans-destudi/ambit-denginyeria-de-telecomunicacions/grau-en-enginyeria-sistemes-audiovisuals>

⁸ Master en Enginyeria de Telecomunicació,

http://www.etsetb.upc.es/info_sobre/estudis/masters/met/

⁹ MERIT Master, <http://www.meritmaster.org/>

¹⁰ Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona.

<http://www.etsetb.upc.edu/>

¹¹ Escola d'Enginyeria de Terrassa, <http://www.eet.upc.edu/>

¹² Introducció al Processament de Senyals Audiovisuals (IPSAV, ETSETB)

¹³ Processament d'Imatge i Vídeo (PIV, ETSETB)

¹⁴ Processament d'Imatge (PDI, EET)

¹⁵ Visió per Computador (CV, EET)

¹⁶ Processat d'Imatge (PIM, ETSETB)

¹⁷ ImageProcessing (IP, Master MERIT)

¹⁸ Codificació de Continguts Audiovisuals (CCAV, ETSETB)



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

¹⁹ Multimedia Coding (MC, EET)