



Pla Docent de l'Assignatura

Guia Docent

Nom de l'assignatura: Visió Tridimensional

Curs acadèmic: 2011-2012

Curs: Tercer

Trimestre: Tercer

Estudis: Grau en Enginyeria en Informàtica (Optativa) i Grau en Enginyeria en Sistemes Audiovisuals (Optativa)

Codi assignatura: 21495-21631

Nombre de crèdits ECTS: 4

Nombre total d'hores de dedicació: 100 hores

Llengua o llengües de docència: català i anglès

Professorat: Vicent Caselles, Pau Gargallo

Professorat responsable: Vicent Caselles, Gloria Haro

1. Dades descriptives de l'assignatura

Nom de l'assignatura: Visió Tridimensional

Curs acadèmic: 2011-2012

Curs: Tercer

Trimestre: Tercer

Estudis: Grau en Enginyeria en Informàtica(Optativa) i Grau en Enginyeria en Sistemes Audiovisuals (Optativa)

Codi assignatura: 21495-21631

Nombre de crèdits ECTS: 4

Nombre total d'hores de dedicació: 100 hores

Llengua o llengües de docència: català i anglès

Professorat: Vicent Caselles, Pau Gargallo

Professorat responsable: Vicent Caselles, Gloria Haro

2. Presentació de l'assignatura

Aquesta assignatura tracta dels fonaments de la reconstrucció tridimensional d'una escena, objecte o persona a partir de dues o més càmeres posicionades en diferents punts de vista. La visió tridimensional té múltiples aplicacions, com poden ser: generació de nous punts de vista d'una escena, reconstrucció 3D de ciutats reconstrucció 3D de peces de museus i escultures, reconstrucció 3D del cos humà per reconeixement de gestos, seguiment del cos o fins i tot animació de personatges virtuals en cinema digital i videojocs.

Començarem estudiant els conceptes bàsics de geometria projectiva del pla i de l'espai i l'estimació d'homografies en 2D. Veurem alguns models de càmeres, és a dir, com modelar el mapeig entre el món 3D i la imatge 2D. Continuarem amb el calibratge de càmeres i amb la visió estèreo (a partir de dues vistes) i els conceptes implicats: calibratge a partir de patrons, autocalibratge fent servir imatges, geometria epipolar, matriu fonamental, rectificació, plans de l'escena i homografies. Finalment veurem la geometria de tres o més vistes: estudiarem el tensor trifocal i la reconstrucció tridimensional d'una escena.

L'assignatura tindrà una forta component pràctica, part de la qual es realitzarà en un laboratori que disposa de vuit càmeres. A les pràctiques els alumnes faran servir algunes llibreries proporcionades i també hauran de programar alguns dels algorismes estudiats.

Es recomana haver cursat amb èxit les següents assignatures: Àlgebra Lineal i Matemàtica Discreta, Càlcul i Mètodes Numèrics, Processament d'Imatge. L'assignatura optativa Anàlisi i Interpretació d'Imatges no és imprescindible però si recomanable.

3. Competències a assolir a l'assignatura

Competències¹ a treballar a l'assignatura segons l'indicat en el pla d'estudis del grau.

Competències transversals	Competències específiques
<i>Instrumentals</i> G1. Capacitat d'anàlisi i síntesi G2. Capacitat d'organització i planificació G3. Capacitat per aplicar els coneixements a l'anàlisi de situacions i la resolució de problemes G4. Habilitat en la cerca i la gestió de la informació G5. Habilitat en la presa de decisions <i>Interpersonals</i> G8. Capacitat de treball en equip <i>Sistèmiques</i> G11. Capacitat d'aplicar amb flexibilitat i creativitat els coneixements adquirits i d'adaptar-los a contextos i situacions noves G12. Capacitat per progressar en els processos de formació i	<i>Competències Específiques de Formació Bàsica</i> E1. Adquirir els coneixements bàsics de geometria projectiva, afi i euclídea aplicada a càmeres i problemes de reconstrucció 3D. E2. Coneixement d'algorismes per a calcular homografies. E3. Adquirir els coneixements bàsics sobre els models de càmeres. E4. Coneixement d'algorismes per calcular la matriu d'una càmera. Adquirir els coneixements bàsics sobre calibratge d'una càmera. E5. Adquirir els coneixements bàsics sobre la geometria de dues vistes, la matriu essencial i la matriu fonamental. E6. Coneixement d'algorismes per a calcular la matriu fonamental. Rectificació d'imatges. E7. Adquirir els coneixements bàsics sobre Reconstrucció 3D d'una escena a partir de dues càmeres. E8. Adquirir els coneixements bàsics sobre la geometria de múltiples vistes, auto-calibratge i reconstrucció 3D a partir de múltiples càmeres. <i>Competències Específiques d'Enginyeria en Informàtica</i> IN37. Conèixer i saber aplicar les

¹ **Competències transversals:** Aquelles que es requereixen en l'exercici de qualsevol titulació o carrera (comunicació verbal i escrita, pensament analític i sistèmic, resolució de problemes, creativitat, etc.). Es classifiquen en:

- **Instrumentals:** Inclouen habilitats cognitives, metodològiques, tecnològiques i lingüístiques. (Ex: capacitat d'organitzar i planificar, capacitat de comunicar-se amb propietat de forma oral i escrita en català, castellà i/o anglès, tant davant d'audiències expertes com inexpertes).
- **Interpersonals:** Es defineixen com habilitats que tendeixen a facilitar els processos d'interacció social i cooperació. (Ex: capacitat per a treballar en grup, expressió del compromís ètic/social).
- **Sistèmiques o integradores:** Suposen una combinació de comprensió, sensibilitat i coneixement que permeten veure com s'agrupen i s'estableixen relacions entre les parts d'un tot. Aquestes competències requereixen, com a base, l'adquisició prèvia de competències instrumentals i interpersonals. (Ex: capacitat d'adaptar-se a nous contextos d'aprenentatge)

Competències específiques: Es relacionen amb els coneixements i pràctiques concretes del grau. (Ex: capacitat de descriure, programar, validar i optimitzar protocols i interfaces de comunicació en els diferents nivell d'una arquitectura de xarxes)

aprenentatge de manera autònoma i contínua	tècniques bàsiques de creació d'imatges gràfiques per ordinador, incloent els algorismes de geometria computacional i les tècniques de traçat de rajos. <i>Competències de tecnologia específica: Sistemes Audiovisuals</i> AU14. Adquirir els coneixements bàsics sobre mètodes numèrics d'optimització de problemes lineals i no lineals sense i amb restriccions. Tenir un coneixement de les aplicacions d'aquests mètodes en l'enginyeria i en particular, en l'enginyeria de la comunicació audiovisual. AU16. Adquirir els coneixements bàsics d'òptica i entendre el funcionament d'una càmera, en particular, de les càmeres digitals. AU17. Adquirir els coneixements bàsics del processament d'imatges: Adquisició, color, mostreig i quantització, els mètodes basats en transformades, la morfologia matemàtica. Conèixer la teoria de la informació i la compressió d'imatges. AU18. Adquirir els coneixements bàsics sobre l'anàlisi d'imatges. Adquirir els coneixements bàsics sobre l'obtenció de forma a partir del moviment, de la visió estereoscòpica, de la textura o de la intensitat. AU19. Adquirir els coneixements sobre l'estimació de paràmetres d'una càmera. Adquirir els coneixements bàsics sobre les relacions geomètriques entre diverses vistes d'una escena i la geometria de l'escena a partir d'imatges. AU20. Adquirir els coneixements bàsics de les tècniques de traçat de rajos, del modelatge geomètric i de la generació d'imatges sintètiques. AU26. Conèixer els fonaments pràctics i teòrics dels equips involucrats en la captura de vídeo, la seva reproducció així com el seu ús i aplicació en els sistemes audiovisuals més habituals avui dia.
---	--

4. Continguts

Bloc 1: Geometria projectiva i transformacions d'imatges.

Conceptes bàsics de geometria projectiva del pla i de l'espai. Transformacions: projectiva (homografia), afí, similaritat, Euclídea.

Rectificació afí i rectificació mètrica.

Estimació d'homografies en 2D: algorisme Direct Linear Transformation (DLT). Estimació robusta.

Bloc 2: Models de càmeres, geometria d'una vista.

Modelització del mapeig entre el món 3D i la imatge 2D. Matriu de projecció de la càmera, paràmetres interns de la càmera, paràmetres externs. Diferents models de càmeres: projectiu, afí, euclidià.

Calibratge de càmeres. Utilització de mires. Correcció de distorsions radials.

La geometria de línies, plans i còniques. Calibratge de càmeres i la imatge de la cònica absoluta (IAC). Calibratge a partir d'una única vista.

Bloc 3: Geometria de dues vistes.

La geometria epipolar i la matriu fonamental. Càlcul de les matrius de dues càmeres a partir de la matriu fonamental. La matriu essencial.

Algorismes per a calcular la matriu fonamental. Diferents criteris d'estimació. Algorisme basat en 8 correspondències. Algorisme Gold-Standard. Càlcul de la matriu fonamental a partir d'una homografia i altres dues correspondències.

Rectificació d'imatges.

Reconstrucció 3D d'una escena. Reconstrucció projectiva, afí i mètrica. Mètode de bundle adjustment.

Bloc 4: Geometria de múltiples vistes.

Introducció a la geometria de múltiples vistes. Reconstrucció projectiva: bundle adjustment. Reconstrucció afí. Mètodes de factorització. Auto-calibratge: mètode de la quàdrica dual absoluta. Calibratge estratificat.

5. Avaluació del nivell d'assoliment de les competències

L'avaluació serà contínua i els mecanismes d'avaluació de les competències seran:

- Pràctiques als laboratoris d'ordinadors: sis pràctiques. La realització de les pràctiques en les classes corresponents és un requisit indispensable per a aprovar l'assignatura. La nota de les practiques compta un 40% de la nota final. La nota final de pràctiques s'establirà després d'una entrevista personal.
- Prova final individual: sobre aspectes teòrics i exercicis similars als realitzats als seminaris o explicats a les classes teòriques i de seminaris. També hi haurà preguntes relacionades amb les pràctiques de l'assignatura. Aquesta prova compta un 60%.
- Setembre: els alumnes que hagin suspès l'assignatura tindran una segona opció d'aprovar-la al setembre. Caldrà que resolguin totes les pràctiques que els faltaven, i facin un examen sobre tots els continguts de l'assignatura, que comptarà un 100%.

Competències a assolir en l'assignatura	Indicador d'assoliment	Procediment d'avaluació	Temporalització
Capacitat d'anàlisi i síntesi (Ins1)	Resolució de qüestions teòriques i pràctiques. Proposta de solucions a problemes plantejats. Consulta de bibliografia	Seminaris, practiques, sessions de teoria i proves individuals.	Tot el trimestre.
Capacitat per a aplicar els coneixements a l'anàlisi de situacions i a la resolució de problemes (Ins2).	Anàlisi correcte i proposta de solució de problemes plantejats.	Seminaris, practiques i proves individuals.	Tot el trimestre.
Capacitat de treball en equip (I1)	Participació en les practiques i en els seminaris.	Pràctiques i seminaris.	Tot el trimestre.
Capacitat d'aplicar amb flexibilitat i creativitat els coneixements adquirits i d'adaptar-los a contextos i situacions noves (S1)	Treball en pràctiques i seminaris.	Pràctiques i seminaris.	Tot el trimestre
Capacitat per a progressar	Qualitat de les	Teoria, Pràctiques i	Tot el trimestre

en els processos de formació i aprenentatge de manera autònoma i contínua (S2)	memòries de pràctiques, del resultat de seminaris i revisió del material de teoria.	seminaris.	
Competències específiques: E1-E11	Realitzar correctament les diferents proves de l'assignatura.	Pràctiques, proves intermitges i prova final	Tot el trimestre

6. Bibliografia i recursos didàctics

Bibliografia bàsica:

- R. I. HARTLEY, A. ZISSERMAN, *Multiple view geometry in computer vision*, Cambridge University Press, 2000.
- D. A. FORSYTH, J. PONCE, *Computer vision : a modern approach*, Prentice Hall, 2003.

Bibliografia complementària:

- O. FAUGERAS, *Three-dimensional computer vision : a geometric viewpoint*, MIT Press, cop. 1993.
- O. FAUGERAS, Q.T. LUONG, *The geometry of multiple images*, MIT Press, 2001.
- R. SZELISKI, *Computer Vision: Algorithms and Applications*, Springer, 2011. (disponible en línia a: <http://szeliski.org/Book/>).
- R.C. GONZALEZ, R.E. WOODS, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, 1992.

Recursos didàctics i material docent:

Els professors posaran mé material a l'abast dels alumnes mitjançant l'aula moodle de l'assignatura. Aquest material anirà des de textos complementàries i articles, per a les sessions de teoria, fulls d'exercicis per a les sessions de seminari, guions de pràctiques i fonts d'informació diversos per a les sessions de pràctiques.

7. Metodologia

La metodologia d'aquesta assignatura combina sessions presencials, treball individual i treball en grup. Les sessions presencials seran tant sessions magistrals d'explicació del professor com sessions de pràctiques de laboratori i sessions de seminari, amb treball individual i en grup realitzat pels alumnes. Les sessions magistrals i de seminaris tindran una durada de dues hores. Les pràctiques tindran una durada d'una hora i mitja.

De forma més detallada, el treball dins i fora de l'aula s'ha organitzat de la forma següent:

- **Sessions magistrals o de grup gran:** es tracta de nou sessions en les que s'introdueixen els conceptes teòrics i es mostren els procediments adequats per a la resolució de pràctiques i problemes. El professor explicarà els conceptes teòrics bàsics i s'encarregarà de proposar i resoldre exemples de problemes tipus per tal de clarificar la teoria i per tal que els alumnes tinguin una primera aproximació a allò que es trobaran a la classe de seminaris. El pes de la sessió el porta el professor i s'espera dels alumnes que participin realitzant preguntes i comentaris.
- **Pràctiques amb ordinador:** són 6 sessions en grup mitjà, d'una hora i mitja de duració. Prèviament els alumnes disposaran de l'enunciat i material necessari per a preparar la sessió. La dinàmica d'aquestes sessions és la següent: En primer lloc, el professor fa una explicació breu de la pràctica a desenvolupar i després els alumnes treballen per a la realització de la pràctica que entregaran al acabar la classe.
- **Sessions de seminari:** són 5 sessions, d'una hora i mitja de duració. En aquestes sessions es resoldran exercicis pràctics sobre el contingut del temari explicat a les classes de teoria. Prèviament els alumnes disposaran dels enunciats i material necessari per a preparar la sessió.

Blocs de contingut	Hores a l'aula			Hores fora de l'aula
	Grup gran	Grup mitjà	Grup petit	
Bloc 1	4	3	3h	9
Bloc 2	4	1h30m	2h	15
Bloc 3	6	3h	2h	15
Bloc 4	4	1h30m	2h	15
Examen				10
Total	18	9	9	64

100 d'hores total (ECTS*25)

8. Programació d'activitats

- Programació de sessions presencials

	Dilluns 18.30-20.30	Dimecres 16.30-18.30	Dijous 14.30-16.30
1 9 - 13 abril	FESTIU	Teoria	
2 16 - 20 abril	Teoria	Teoria	
3 23 - 27 abril	FESTIU	Teoria	Seminari
4 30 abr-4 maig	Teoria		Seminari
5 7 - 11 maig	Teoria	Seminari	Pràctica 1
6 14 - 18 maig			Pràctica 2
7 21 - 25 maig	Teoria	Seminari	Pràctica 3
8 28 maig- 1 juny	FESTIU	Teoria	Pràctica 4
9 4 - 8 juny	Teoria		Pràctica 5
10 11 -15 juny		Seminari	Pràctica 6
11 18 -22 juny		EXÀMENS	EXÀMENS

- Llistat d'activitats (amb termini de lliurament i avaluació)

Activitat	Data enunciat	Data lliurament	Data de lliurament de resultats
Pràctica 1	7 maig 2012	17 maig 2012	21 maig 2012
Pràctica 2	14 maig 2012	24 maig 2012	28 maig 2012
Pràctica 3	21 maig 2012	31 maig 2012	4 juny 2012
Pràctica 4	28 maig 2012	7 juny 2012	11 juny 2012
Pràctica 5	4 juny 2012	14 juny 2012	18 juny 2012
Pràctica 6	11 juny 2012	18 juny 2012	25 maig 2012