

## Guia Pràctica 1

Curs 2021-2022 – Dept. Ciències de la Computació, UAB.

---

### 1 Context

Has rebut l'encàrrec d'imprimir en color un conjunt d'imatges que t'han enviat en un arxiu zip. Són poques imatges, així que ho hauries de resoldre en poca estona. Et descarregues l'arxiu, i quan visualitzes la primera de les imatges, el que veus per pantalla és el que mostra la Figura 1.

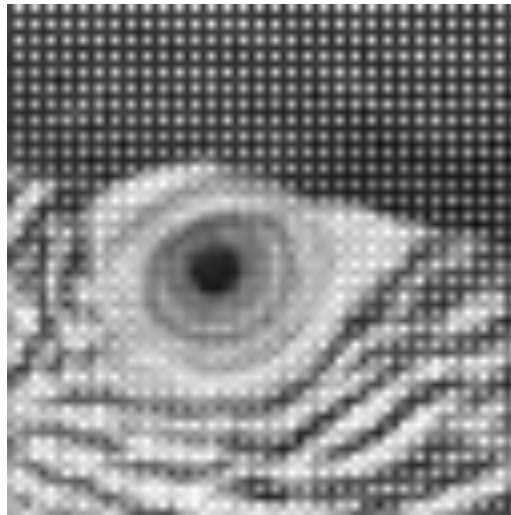


FIGURA 1 IMATGE IM00.PNG (ZOOM X4)

Sembla que la imatge és corrupta. Contactes amb qui t'ha fet l'encàrrec i li comentes que a la imatge im00.png veus el que sembla un ull, però amb un entramat estrany de nivell de grisos. Et respon que efectivament la imatge correspon a l'ull ( d'un lloro, específicament), i que en aquesta part del seu cap presenta plomes vermelles i blanques. Afegeix que la imatge no és corrupta, sinó que t'ha enviat la imatge en el format que li dona la seva càmera.

Hipotetitzza...:

- Què és el que t'ha enviat ?
- On es troba la informació del color ?
- Com està organitzada ?

Quan tinguis una resposta a totes les anteriors preguntes, segueix llegint el document.

Efectivament, els fitxers d'imatge a l'arxiu zip contenen només la informació proveïda pel sensor de la càmera, que captura el color mitjançant un filtre de Bayer. De fet, amb la informació donada prèviament i mirant la imatge a la figura 1 es pot deduir exactament el tipus de patró de Bayer emprat (si BGGR, o RGGB, o etc.).

Imprimir les fotos en color et durà doncs més feina de l'esperada. Hauràs d'aprofitar les teves competències de programació en Python i els teus coneixements de processament d'imatges per aconseguir-ho.

## 2 Enunciat

En aquesta pràctica has de crear un Jupyter notebook per generar imatges RGB a partir d'imatges RAW (és a dir, imatges que contenen la informació captada pel sensor, sense processar). Els algoritmes que realitzen això s'anomenen algoritmes de *Demosaicing*. Has de resoldre diferents reptes plantejats, documentant adientment cada pas. Sigues endreçat i didàctic en els textos que acompanyin el teu codi en el notebook.

Abans de posar-te a programar, llegeix tots els reptes proposats. T'ajudarà a fer un disseny del codi modular, definint funcions que reutilitzaràs en varis reptes. Codifica tu mateix les diferents funcions demanades. No empris llibreries existents dedicades a processar imatge Raw.

### 2.1 Repte 1: Descarregar i visualitzar les imatges a processar

Descarrega i descomprimeix l'arxiu imatges.zip del campus virtual. En el directori 'Raw' hi ha les imatges amb el patró de Bayer a processar. En el directori 'Original' hi ha les imatges RGB que idealment voldríem obtenir. Les imatges im00.png-im03.png són imatges o fragment d'imatges del 'Kodak Image Suite dataset', usat sovint com a referència. La imatge im04.png s'ha capturat amb un sensor Foveon X3.

Fes un codi que mostri al Jupyter Notebook les imatges 'Raw' i 'RGB' del dataset aparellades (Figura 2).

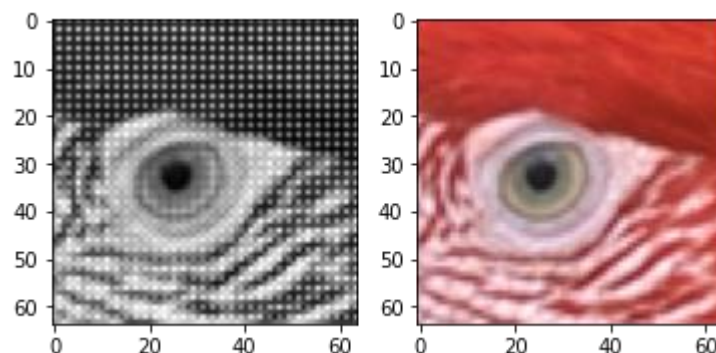


FIGURA 2 VISUALITZACIÓ DE LA IMATGE IM00 RAW I LA IMATGE RGB OBJECTIU

## 2.2 Repte 2: Mostra el patró de Bayer de im00.png de manera acolorida

Fes una funció que rebi una imatge raw (imatge d'un sol canal) i la reorganitzi en una imatge RGB, posant a cada canal la informació dels píxels del seu color (Figura 3).

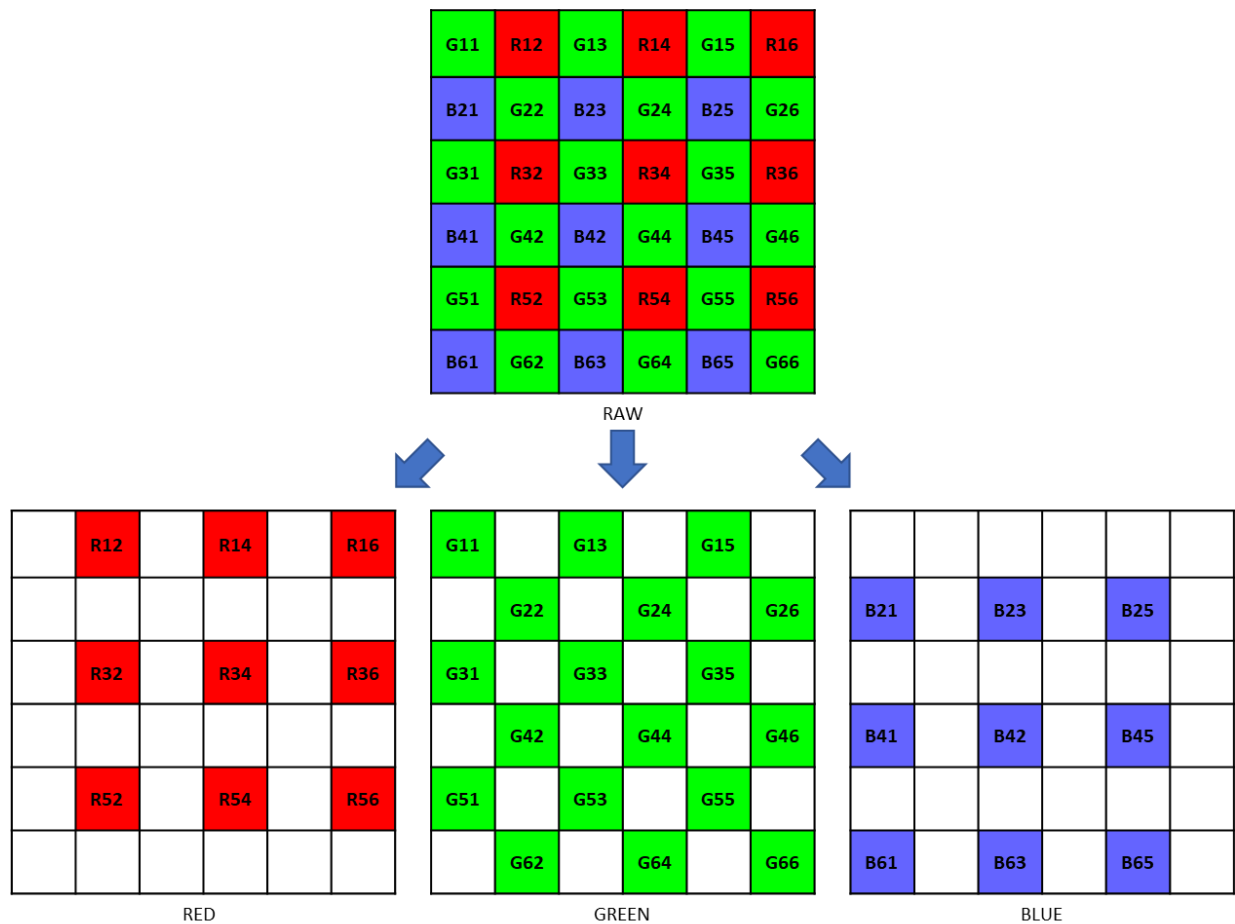


FIGURA 3 REORGANITZACIÓ DE LA INFORMACIÓ DE LA IMATGE RAW EN UNA IMATGE DE 3 CANALS

Pel cas de la imatge im00, el resultat hauria de ser el de la Figura 4.

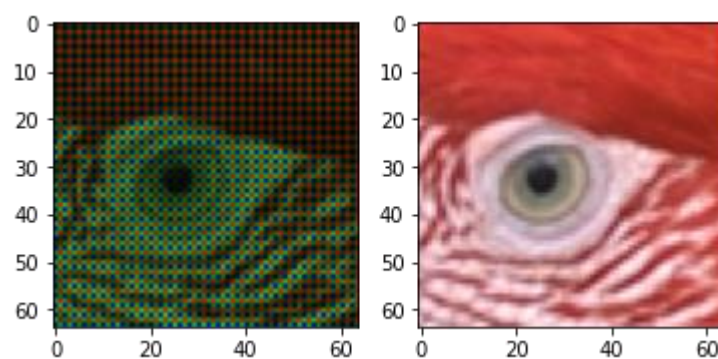


FIGURA 4 IMATGE IM00 RAW ACOLORIDA I LA IMATGE RGB OBJECTIU

## 2.3 Repte 3: Demosaicing basat en el veí més proper

Fes una funció que rebi una imatge raw (imatge d'un sol canal) i generi una imatge RGB, reemplant els valors que manquen a cada canal emprant el valor disponible més proper, segons mostra la Figura 5.

R12	R12	R14	R14	R16	R16	G11	G11	G13	G13	G15	G15	B21	B21	B23	B23	B25	B25
R12	R12	R14	R14	R16	R16	G22	G22	G24	G24	G26	G26	B21	B21	B23	B23	B25	B25
R32	R32	R34	R34	R36	R36	G31	G31	G33	G33	G35	G35	B41	B41	B42	B42	B45	B45
R32	R32	R34	R34	R36	R36	G42	G42	G44	G44	G46	G46	B41	B41	B42	B42	B45	B45
R52	R52	R54	R54	R56	R56	G51	G51	G53	G53	G55	G55	B61	B61	B63	B63	B65	B65
R52	R52	R54	R54	R56	R56	G62	G62	G64	G64	G66	G66	B61	B61	B63	B63	B65	B65
RED						GREEN						BLUE					

FIGURA 5 DEMOSAICING BASAT EN EL VEÍ MÉS PROPER

Pel cas de la imatge im00, el resultat hauria de ser el de la Figura 4.

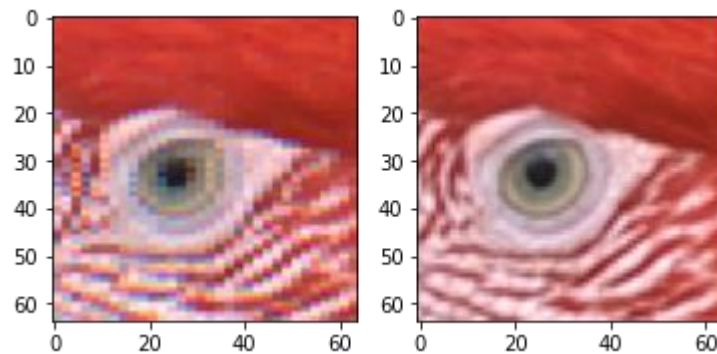


FIGURA 6 IMATGE IM00 RGB SEGONS EL MÈTODE DEL VEÍ MÉS PROPER I LA IMATGE RGB OBJECTIU

## 2.4 Repte 4: Demosaicing basat en la interpolació bilinear.

L'aproximació del mètode anterior deixa molt a desitjar. Constatant que a la majoria de zones de la imatge els colors mostren transicions suaus, una opció molt més sensata és interpolat els valors de color que falten tenint en compte els valors existents que els envolten. Això és el que proposa fer el mètode de demosaicing bilinear, exemplificat a la Figura 7.

Implementa aquest mètode de la següent manera. Parteix de la informació del patró de Bayer reorganitzada en 3 canals obtinguda en el repte1. Per emplenar la informació que manca a cada canal, només has de convolucionar cada banda amb un kernel 3x3, amb els valors adequats per obtenir els valors interpolats desitjats. És a dir, pel cas del canal vermell, el resultat de la convolució de la imatge amb el Kernel hauria de ser el que es mostra a la Figura 8.

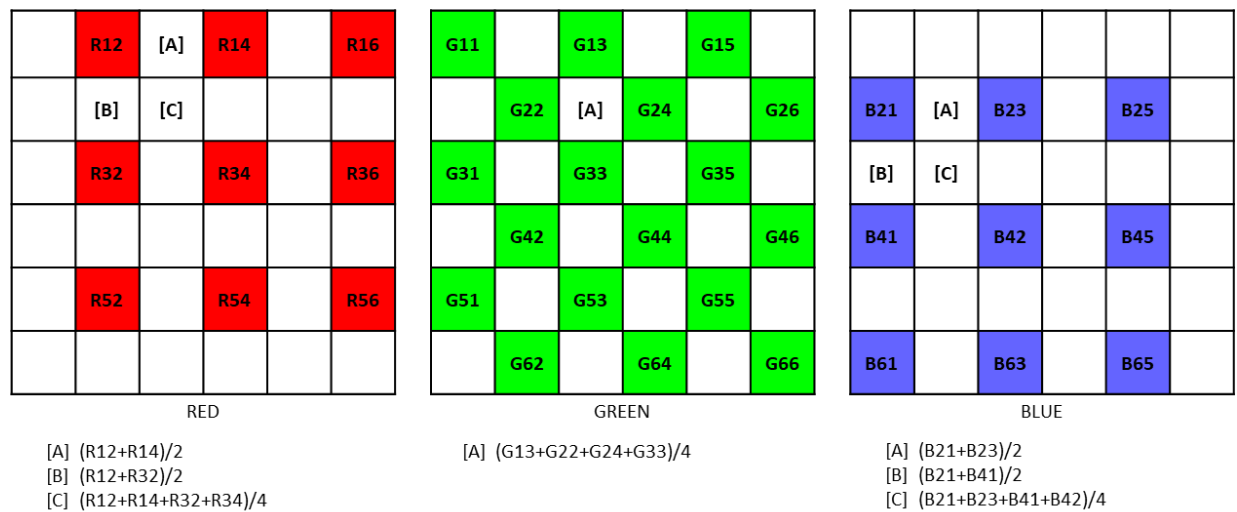


FIGURA 7 DEMOSAICING BASAT EN LA INTERPOLACIÓ BILINEAR

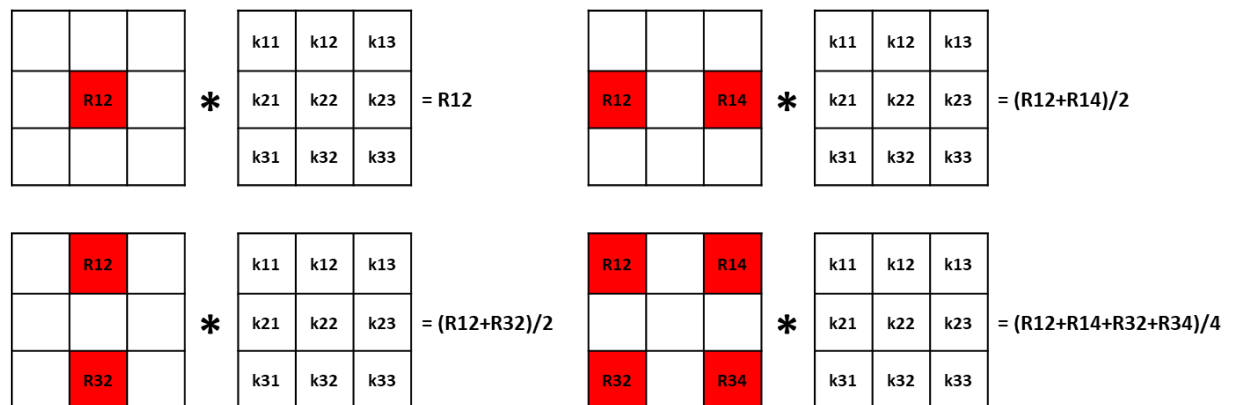


FIGURA 8 AMB UN ÚNIC KERNEL AMB ELS VALORS ADEQUATS OBTENIM LA INTERPOLACIÓ DESITJADA

Pel cas de la imatge im00, el resultat hauria de ser el de la Figura 9.

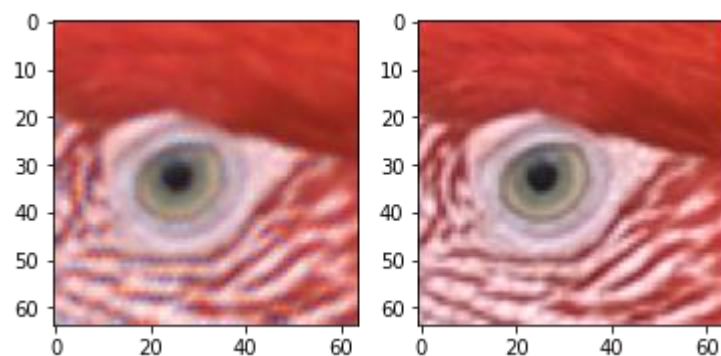
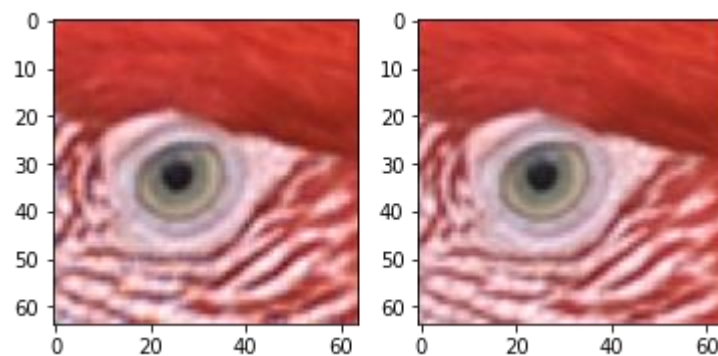


FIGURA 9 IMATGE IM00 RGB SEGONS EL MÈTODE BILINEAR I LA IMATGE RGB OBJECTIU

## 2.5 Repte 5: Demosaicing basat en el mètode de Malvar-He-Cutler

En aquest repte es demana implementar un dels mètodes *simples* de demosaicing que dona millor resultats. Com en l'anterior mètode, es basa en aplicar kernels de convolució, però en aquest cas sobre la imatge raw d'un sol canal proveïda pel sensor. D'aquesta manera, es té també en compte la informació d'altres canals a l'hora d'interpol·lar cada canal. Trobaràs la descripció del mètode a l'article 'Malvar-He-Cutler Linear Image Demosaicing' del material de la pràctica. Per cert, la figura 3 de l'article té un error menor, que crec que detectaràs fàcilment.

Pel cas de la imatge im00, el resultat d'aplicar aquest mètode hauria de ser el de la Figura 10.



**FIGURA 10** IMATGE IM00 RGB SEGONS EL MÈTODE MALVAR-HE-CUTLER I LA IMATGE RGB OBJECTIU

## 2.6 Repte 6: Avalua la qualitat dels diferents mètodes

Per acabar, aplica els mètodes desenvolupats a totes les imatges del dataset, i avalua la qualitat de les imatges generades. Com que es disposa de la imatge RGB ideal, podem mesurar la similitud entre aquesta imatge i la generada. Utilitza dues de les mètriques més populars per comparar imatges, que trobaràs implementades a la llibreria scikit-image.

- Peak Signal Noise Ratio (PSNR)
- Structural Similarity (SSIM)

Si organitzes bé els resultats de rendiment recollits els podràs analitzar i visualitzar gràficament de manera fàcil utilitzant la llibreria de manipulació de dades Pandas (Figura 11)

	Image	Method	psnr	ssim
0	im00.png	nearest_demosaicing	21.665902	0.796736
1	im00.png	bilinear_demosaicing	25.501571	0.894481
2	im00.png	malvar_demosaicing	32.052363	0.979188
3	im01.png	nearest_demosaicing	28.271473	0.861030
4	im01.png	bilinear_demosaicing	33.120582	0.932886
5	im01.png	malvar_demosaicing	38.884980	0.977779
6	im02.png	nearest_demosaicing	29.551752	0.906077
7	im02.png	bilinear_demosaicing	33.455770	0.956307
8	im02.png	malvar_demosaicing	37.832743	0.981332
9	im03.png	nearest_demosaicing	24.552329	0.787437
10	im03.png	bilinear_demosaicing	28.006620	0.869456
11	im03.png	malvar_demosaicing	33.738631	0.965596
12	im04.png	nearest_demosaicing	21.423858	0.770518
13	im04.png	bilinear_demosaicing	25.180102	0.878052
14	im04.png	malvar_demosaicing	29.891804	0.961303

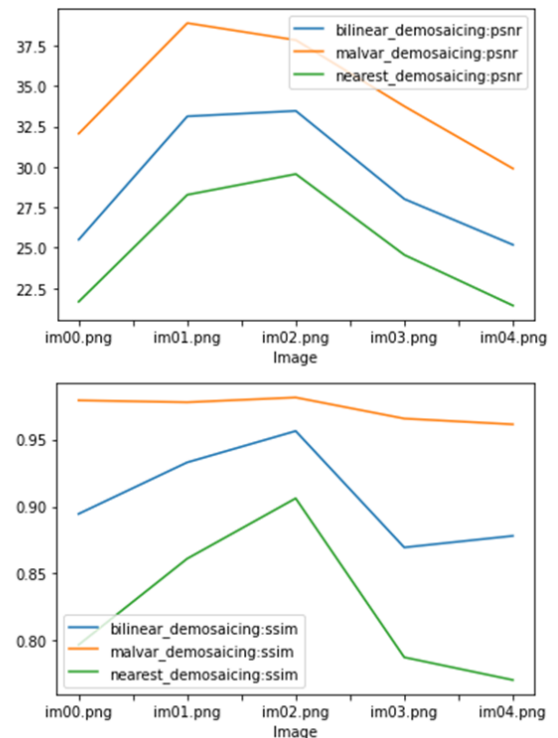


FIGURA 11 POSSIBLE ANÀLISI DEL RENDIMENT DELS DIFERENTS MÈTODES EMPRANT PANDAS

Per pensar-hi:

- Algunes de les imatges que has processat provenen del 'Kodak Image Suite dataset'. Aquestes imatges es van adquirir analògicament, emprant majoritàriament pel·lícules fotogràfiques KODACOLOR Gold 100 (35 mm) i KODAK EKTAR 25 (35mm), les quals es van revelar químicament. Com se'n va generar la versió digital ?
- La mesura de qualitat d'imatge PSNR es calcula a partir de l'error quadràtic mitjà (MSE) obtingut de la diferència entre les imatges comparades. Quina avantatge té la mesura PSNR respecte la MSE ?
- Què pretén aportar la mesura SSIM a l'hora de comparar imatges ?