Com controlar la qualitat de la digitalització de documents

Rubén Rodríguez

Elisabet Gutiérrez

Jordi Padrós

6 de març de 2018 – 9:30-11:30 (3 d'Octubre del 2017)

Amb la Col·laboració de:

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

i de

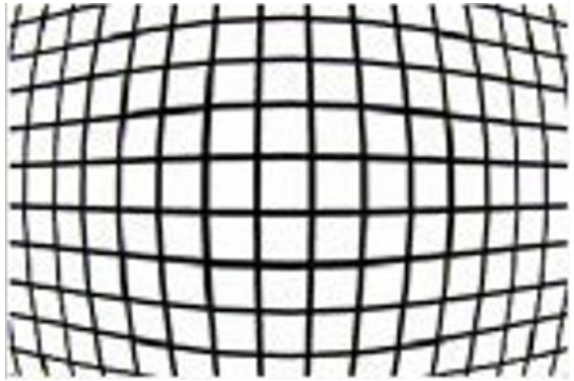
fotoconnexió

Índex

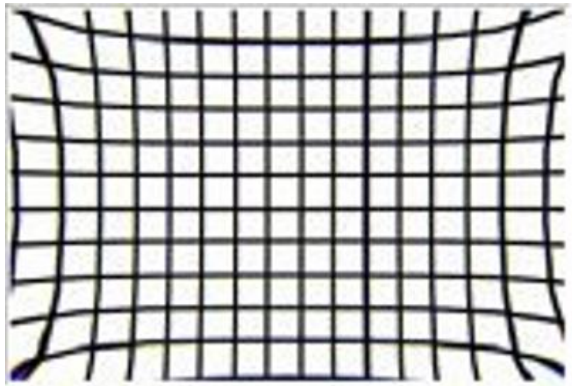
- Les deformacions de tipus radial
- Les deformacions de perspectiva
- Manca d’uniformitat i aberracions cromàtiques en la il·luminació
- Reproduccions defectuoses del Color
- Enfocament poc curós

Les deformacions de tipus radial

Les deformacions de tipus radial



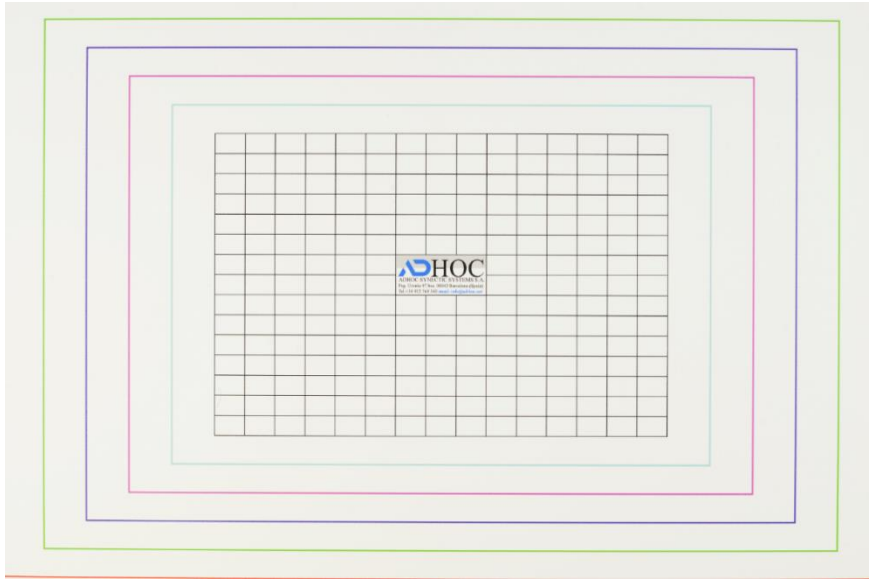
Distorsió en barrilet



Distorsió en coixinet

En tots dos casos es tracta de deformacions inherents al conjunt de lents (rés a fer ?)

Les deformacions de tipus radial



Si digitalitzem un plafó com el de la figura i mesurem “què tant rectangle” és i què tant s’acosta a un barrilet o a un coixinet, tindrem una mesura de la deformació

Adhoc s’ha decantat per un model d’un sol coeficient global de radialitat, $\boldsymbol{k}$.

$$F(x,y) = \begin{bmatrix} x + (x - x_c) \cdot \boldsymbol{k} \cdot \left((x - x_c)^2 + (y - y_c)^2\right); \\ y + (y - y_c) \cdot \boldsymbol{k} \cdot \left((x - x_c)^2 + (y - y_c)^2\right) \end{bmatrix}$$

Les deformacions de tipus radial

Una vegada trobat el coeficient global $\boldsymbol{k}$ de radialitat, li apliquem la transformació

$$F(x,y) = \begin{bmatrix} x + (x - x_c) \cdot \boldsymbol{k} \cdot \left((x - x_c)^2 + (y - y_c)^2\right); \\ y + (y - y_c) \cdot \boldsymbol{k} \cdot \left((x - x_c)^2 + (y - y_c)^2\right) \end{bmatrix}$$

estarem raonablement segurs que no hi haurà deformacions radials.

Hi ha models molt més sofisticats, amb coeficients varis de radialitat, però el que hem triat resulta ser prou bo per l'entorn de la digitalització de documents

Les deformacions de tipus radial

Algunes comparances

Escàners de girafa via càmera digital

Les càmeres digitals no disposen d'aquest anàlisis. Tot i que podem trobar mesures de la radialitat dels objectius emprats, deixen la seva correcció en mans de l'usuari

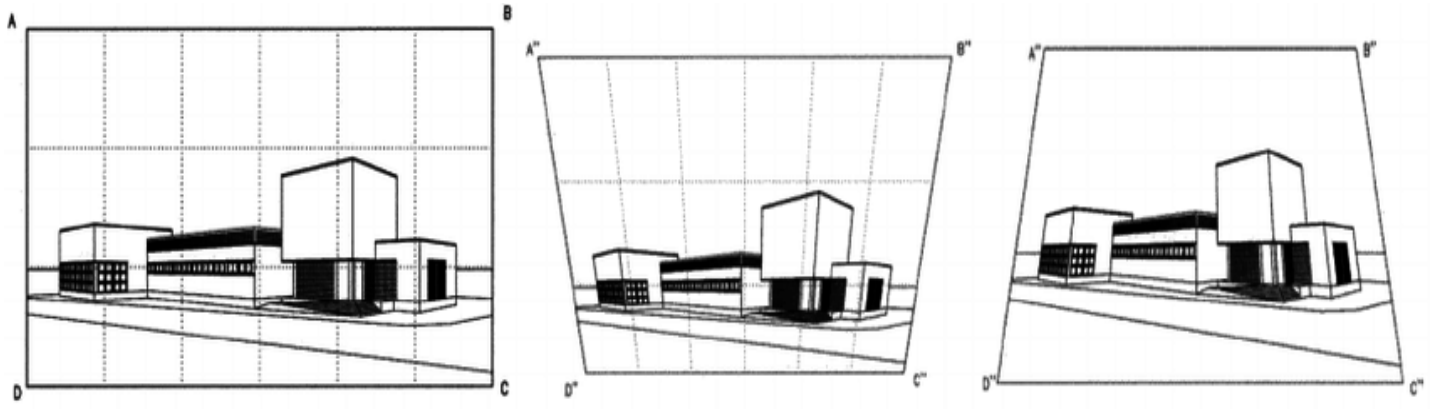
Escàners compactes

En general, tampoc disposen d'aquest anàlisis. Confiant-ho a la bondat de la seva construcció, però no donen eines per mesurar-la ni per corregir-la

Les deformacions de perspectiva

Les deformacions de perspectiva

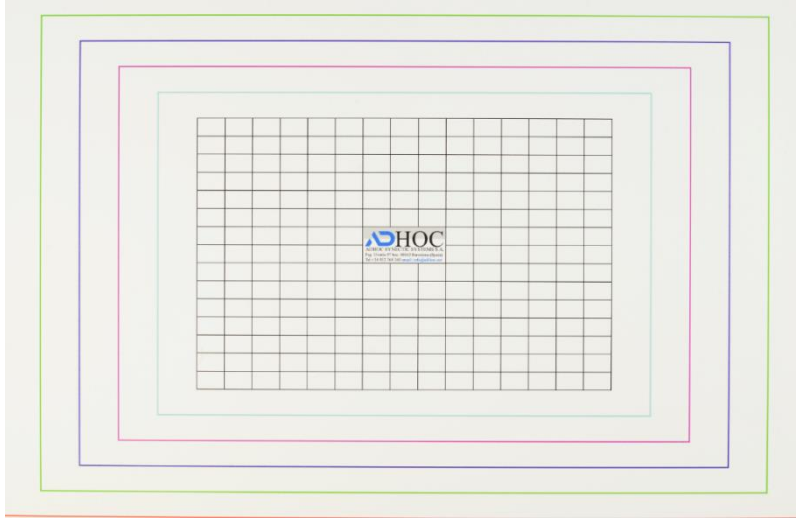
Quan els rectangles es transformen en trapezoides



Degut a la manca de paral·lelisme entre el pla dels sensors de la càmera i el pla del document a digitalitzar

Les deformacions de perspectiva

La solució d'Adhoc es basa en la digitalització del mateix plafó que el que vàrem fer servir per estudiar la radialitat



Ara però resseguirem el rectangle més exterior de la imatge per veure què tant s'acosta a un trapezoide i de quina mena. Mesurarem el % de l'àrea de la diferencia entre el rectangle que hauria de ser i el trapezoide que resulta.,

i establirem la transformació lineal que la rectifica;
de passada també corregirem un possible gir, que també és lineal

Les deformacions de perspectiva

K	K
0,02	0,00
Punts Origen	Punts Origen
(964,584)(9062,600)	(719,599)(9269,584)
(488,5860)(9480,5854)	(729,5867)(9278,5851)
Punts Destí	Punts Destí
(722,597)(9267,587)	(713,607)(9262,575)
(729,5862)(9274,5852)	(733,5875)(9282,5843)
Percentatge de deformació	Percentatge de deformació
0,20 %	0,01 %

La deformació radial s'ha corregit en la seva totalitat

Diferència > 242 píxels

Difs > 9 píxels

La perspectiva no s'ha corregit del tot ja que la detecció dels contorns pot ser una mica imprecisa

Radialitat i Perspectiva – Resultats

K	K
0,02	0,00
Punts Origen	Punts Origen
(964,584)(9062,600)	(719,599)(9269,584)
(488,5860)(9480,5854)	(729,5867)(9278,5851)
Punts Destí	Punts Destí
(722,597)(9267,587)	(713,607)(9262,575)
(729,5862)(9274,5852)	(733,5875)(9282,5843)
Percentatge de deformació	Percentatge de deformació
0,20 %	0,01 %

La deformació radial s'ha corregit en la seva totalitat

Diferència major de 242 píxels

Diferència major de 9 píxels

El percentatge d'error s'ha reduït uns 20 cops

La perspectiva no es mostra corregida en la seva totalitat ja que la detecció dels contorns pot variar

Manca d’uniformitat i aberracions cromàtiques en la il·luminació

Manca d’uniformitat i aberracions cromàtiques en la il·luminació

Imatge “blanca”

- Ombres als extrems de la imatge
- Aberració cromàtica
- Il·luminació desigual
- Imatge massa fosca

Normalment els escàners tenen una compensació fixa, però no depenent de les condicions que en cada moment es puguin presentar

Microbox sí que té un sistema consistent de compensació per software

Manca d’uniformitat i aberracions cromàtiques en la il·luminació

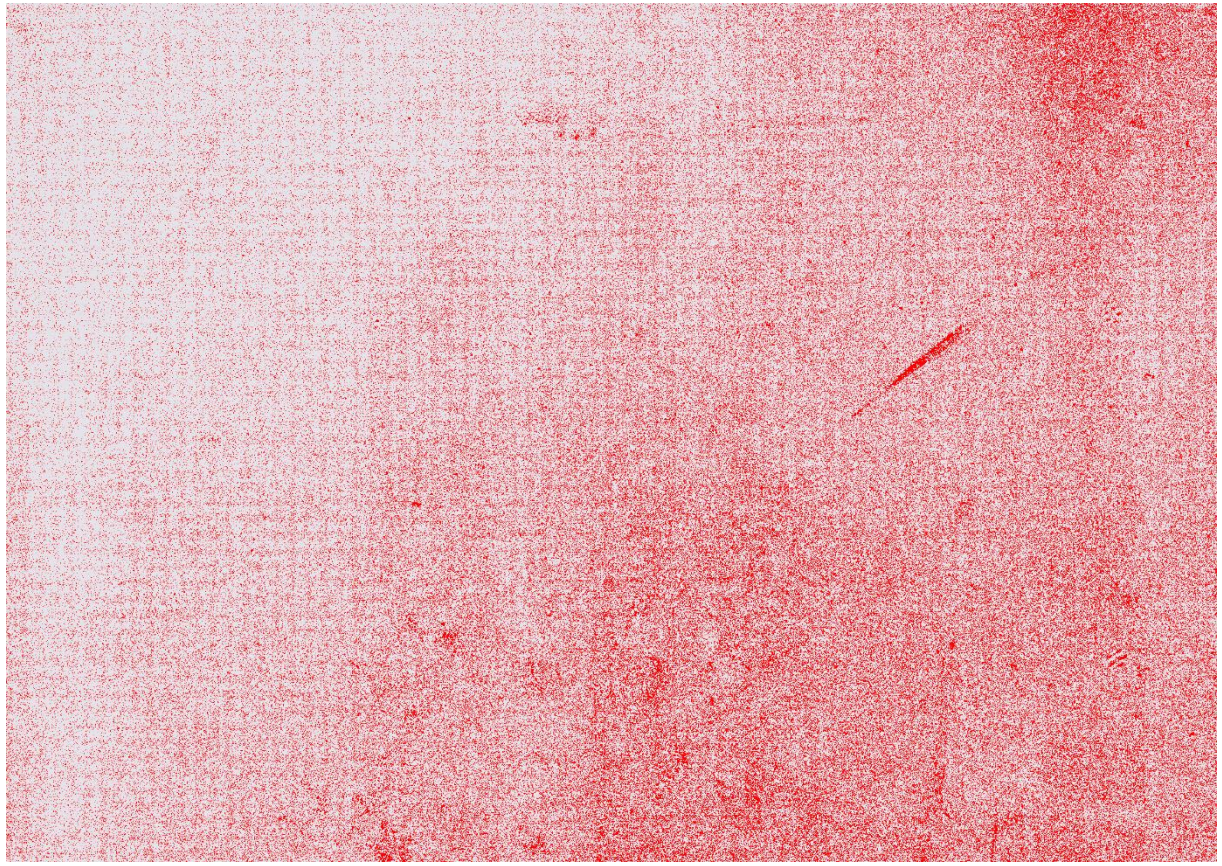
Imatge “blanca”

Si analitzem la “imatge blanca” resultat de digitalitzar un plafó blanc que ocupi tot el camp de visió de la càmera i mirem la luminància de cada píxel, podrem trobar la seva mitjana i, p.ex., pintar de vermell tots els píxels que es desviïn d’ella en un nivell.

Cal digitalitzar desenfocat o desenfocar per software

Manca d’uniformitat i aberracions cromàtiques en la il·luminació

El resultat és demolidor



Manca d'uniformitat i aberracions cromàtiques en la il·luminació

La solució Adhoc (creiem que és similar a d'altres)

En primer lloc haurem de digitalitzar un plafó, el més blanc possible, com el que dèiem abans. La solució presenta dues opcions:

- Si no tenim una mesura del blanc del plafó, podem deixar que el sistema d'Adhoc busqui la seva luminància mitjana
- Però si per exemple l'hem pogut mesurar amb un espectrofotòmetre podem fixar aquest mateix valor

Abans, però, haurem de fixar el diafragma i la velocitat
L'espectrofotòmetre ens ho facilitarà força

Manca d'uniformitat i aberracions cromàtiques en la il·luminació

La solució Adhoc (ii)

Sigui com sigui, fixada la luminància del plafó, $\boldsymbol{i}$, estudiem els píxels de la imatge $I_{(W\mathrm{x}H)}$ per trobar la matriu de compensació $C_{(W\mathrm{x}H)}$, tal que la imatge que resulti de la suma

$$I_{(W\mathrm{x}H)} + C_{(W\mathrm{x}H)} = F_{(W\mathrm{x}H)}$$

Sigui tal que tots els seus píxels tinguin les seves tres components igual a la luminància $\boldsymbol{i}$:

$$F(x, y) = (i, i, i)$$

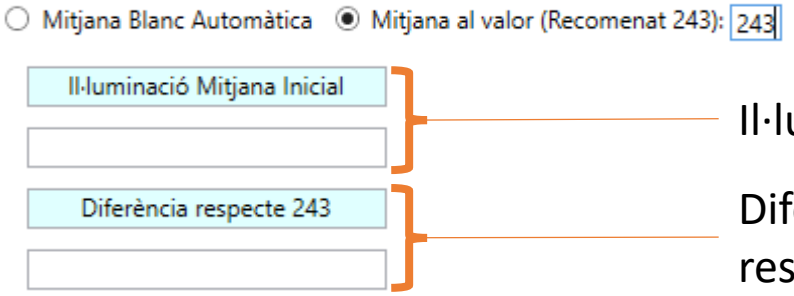
Calibratge de la il·luminació - Elements

Il·luminació mitjana RGB de la imatge inicial

Diferència que presenta cada component respecta la mitjana inicial anterior

Il·luminació mitjana RGB de la imatge final

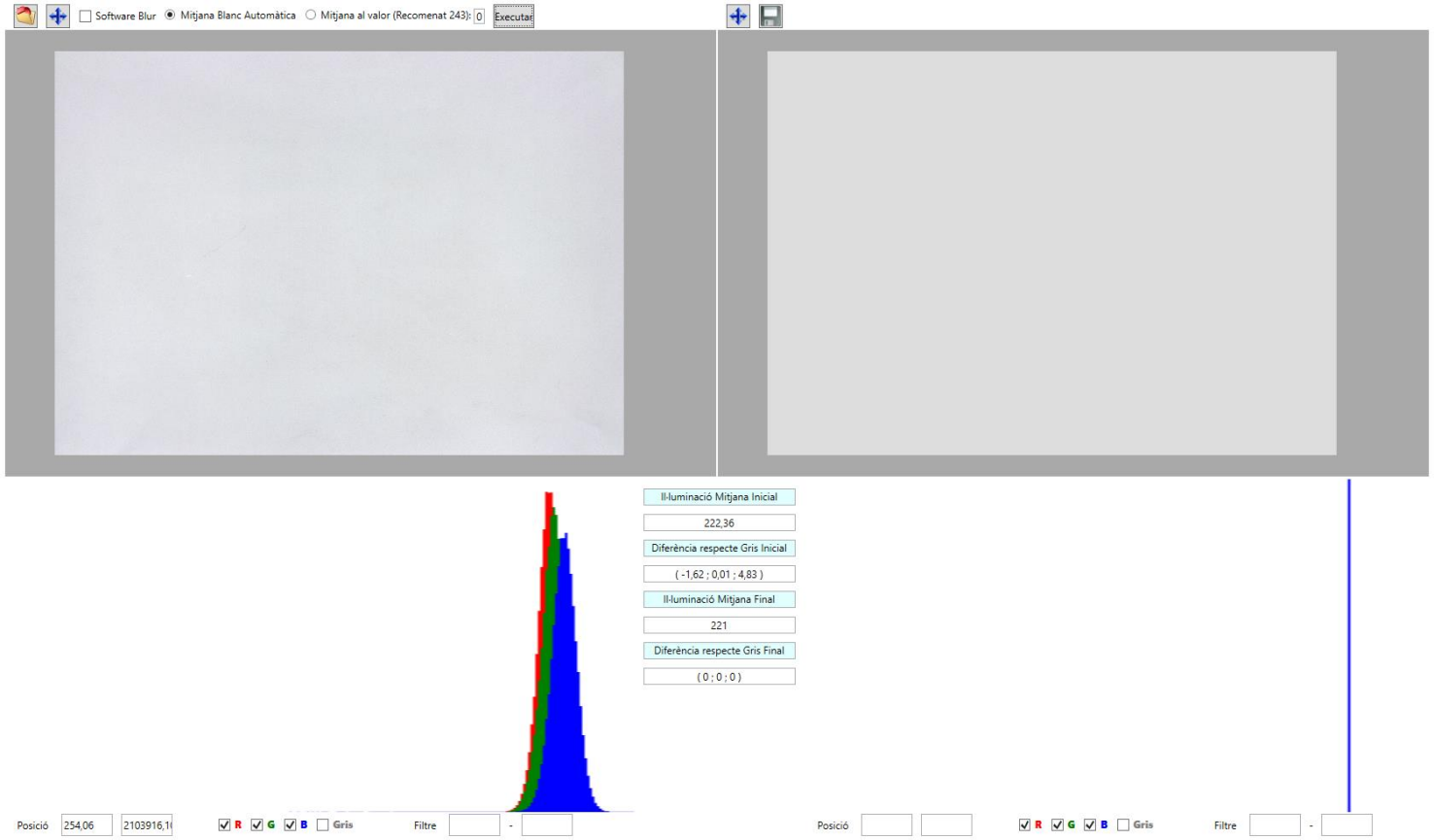
Diferència que presenta cada component respecta la mitjana final anterior



Il·luminació mitjana RGB de la imatge inicial

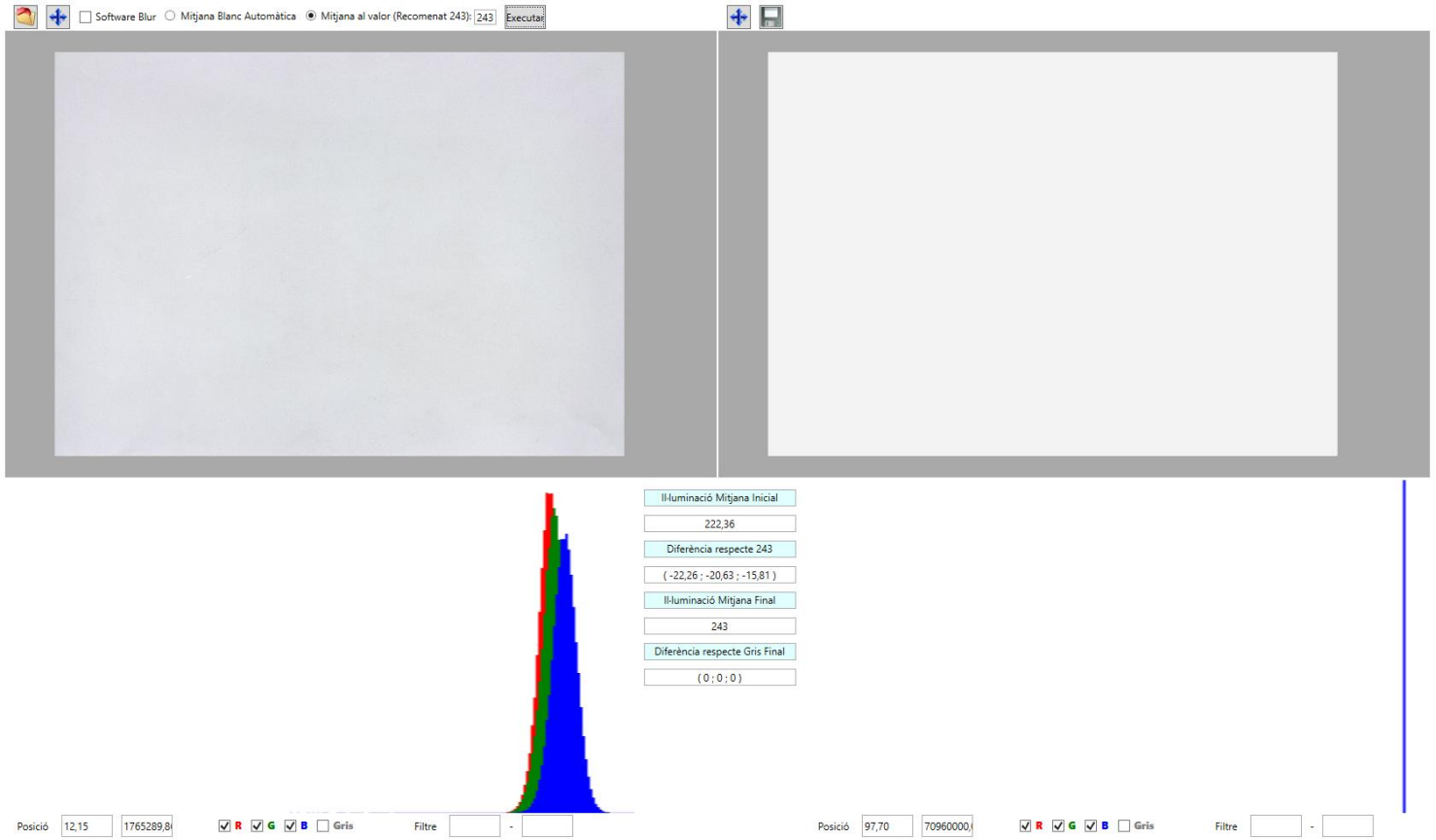
Diferència que presenta cada component respecta el valor de mitjana escollida a mà

Calibratge de la il·luminació - Resultat



- La il·luminació s’ha uniformitzat com s’observa al histograma els tres valors RGB són el mateix, com es correspon a una imatge totalment grisa.

Calibratge de la il·luminació - Resultat



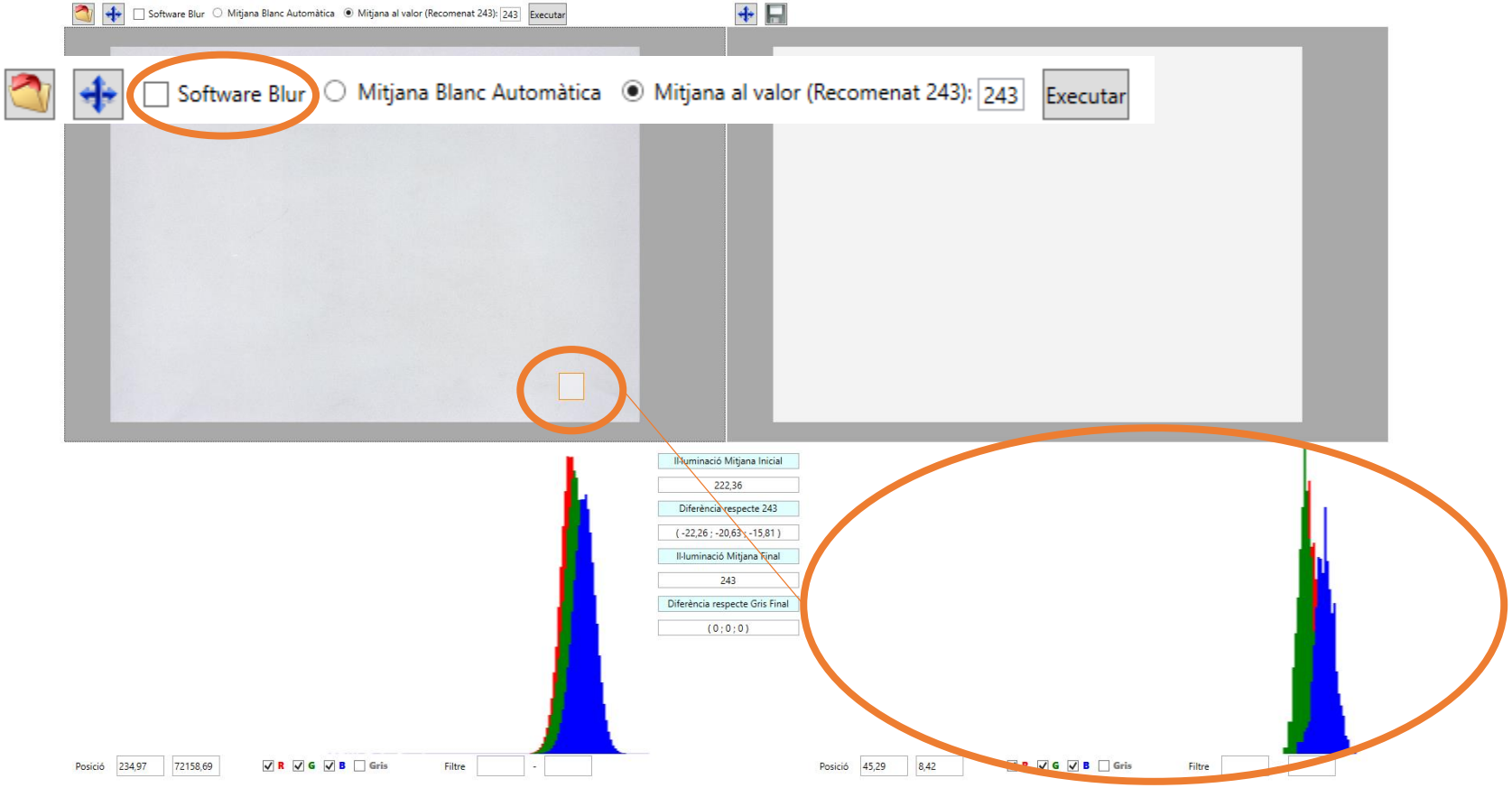
- Si escollim un valor de gris al que uniformitzar la imatge, per exemple, 243, la il·luminació s’uniformitza a aquest valor.

Calibratge de la il·luminació - Resultat

- Eliminació de les ombres
- Imatge blanca uniforme

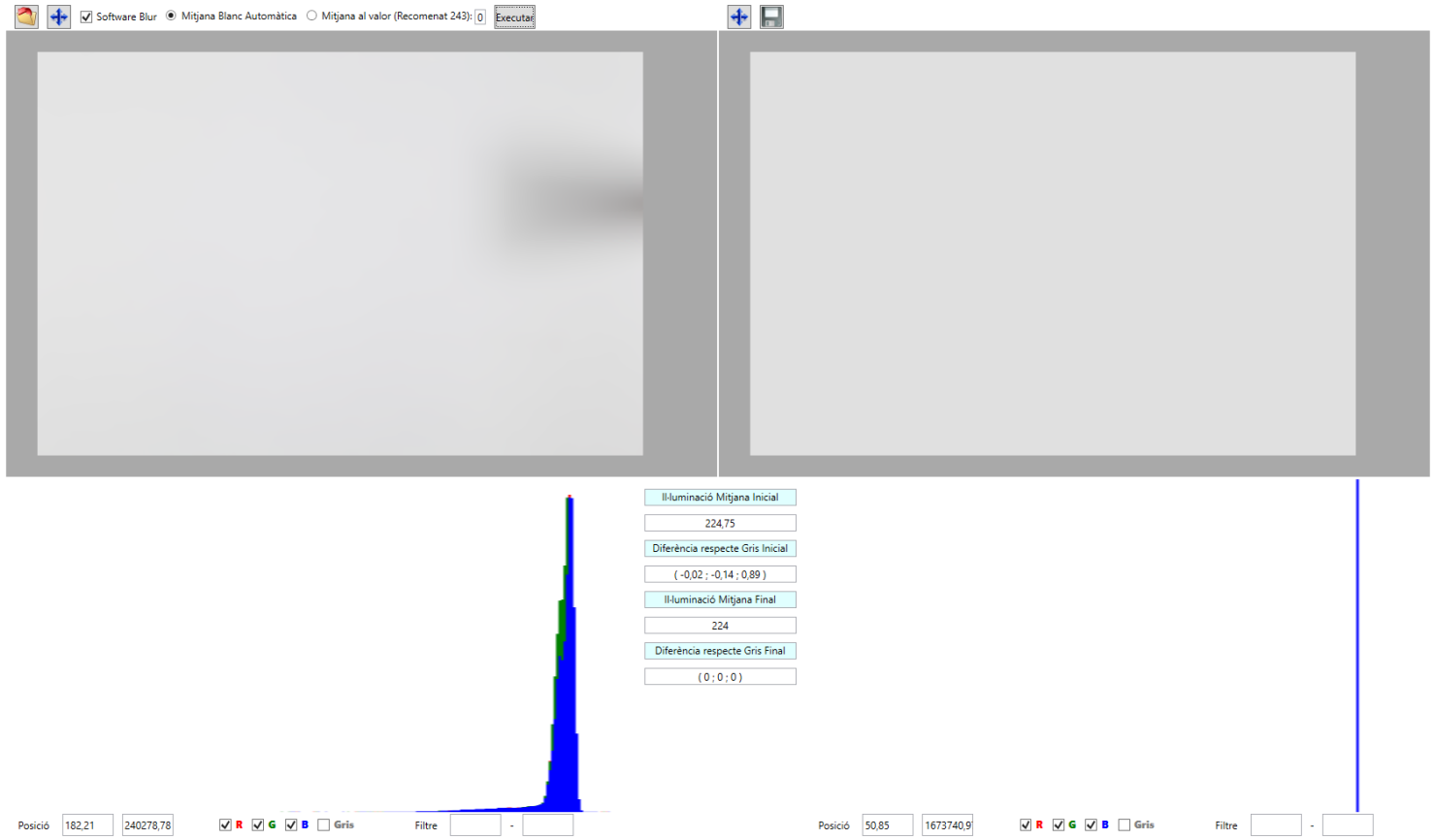
Tots els píxels de la imatge compensada tenen finalment el mateix nivell de blanc.

caligratge de la il·luminació – Endemés



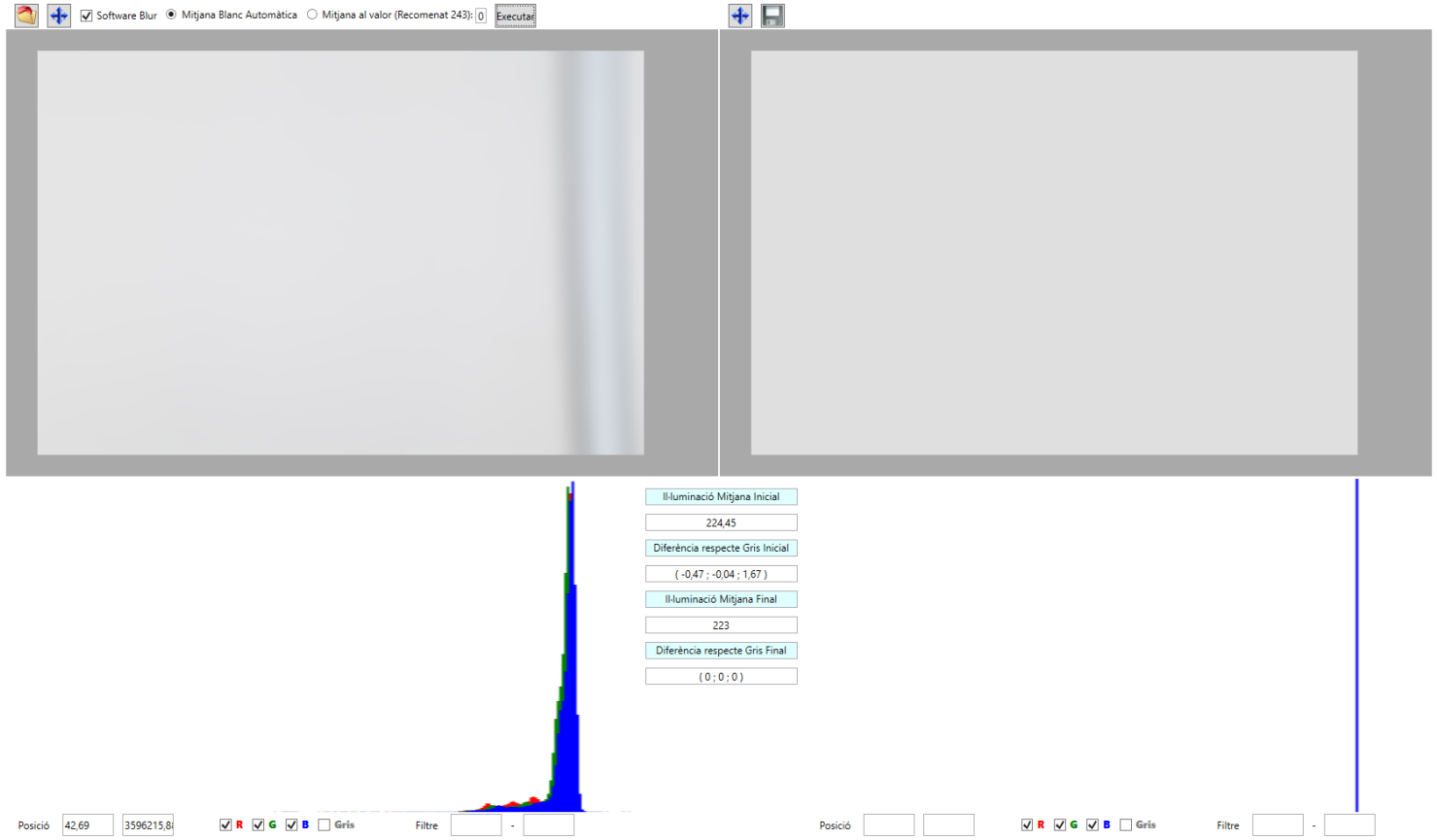
- Desenfocament de la imatge inicial per software.
- Possibilitat d’analitzar parts de la imatge

Compensació de la il·luminació – Condicions Adverses: Ombres



- Inclús en les condicions més adverses com aquesta ombra tant forta, el software és capaç de compensar-la

Compensació de la il·luminació – Condicions Adverses: Colors



- També, quan la ombra adquireix coloració, aquesta és compensada en la seva totalitat

Calibratge del Color

Introducció al color – Carta Munsell

- Carta de colors controlats
- S’utilitza per calibrar les càmeres fotogràfiques per tal que el seu color sigui el més fidel a la realitat possible

Introducció al color – Carta Munsell valors

Valors extrets de la taula d'especificacions de X-Rite Incorporated

(115,82,68)	(194,150,130)	(98,122,157)	(87,108,67)	(133,128,177)	(103,189,170)
(214,126,44)	(80,91,166)	(193,90,99)	(94,60,108)	(157,188,64)	(224,163,46)
(56,61,150)	(70,148,73)	(175,54,60)	(231,199,31)	(187,86,149)	(8,133,161)
(243,243,242)	(200,200,200)	(160,160,160)	(122,122,121)	(85,85,85)	(52,52,52)

Calibratge de color - Problemes

- Colors apagats
- Colors desvirtuats

Il·luminació prèviament compensada

Calibratge de color – SOLUCIÓ ADHOC

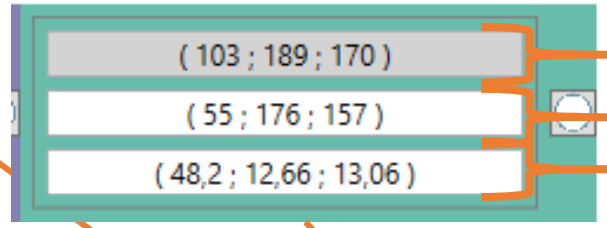
- Trobar el valor de color de cada píxel del quadrat de color i comparar-lo amb el valor teòric que hauria de tenir.
- Minimitzar la desviació quadràtica mitjana de les diferències de color respecte els valors Munsell.
- Obtenir l'equació matricial de transformació:

$$(R, G, B) = (\delta_R, \delta_G, \delta_B) + (M)_{(3x3)} \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix}$$

que minimitzi el conjunt d'errors

Calibratge de color - Elements

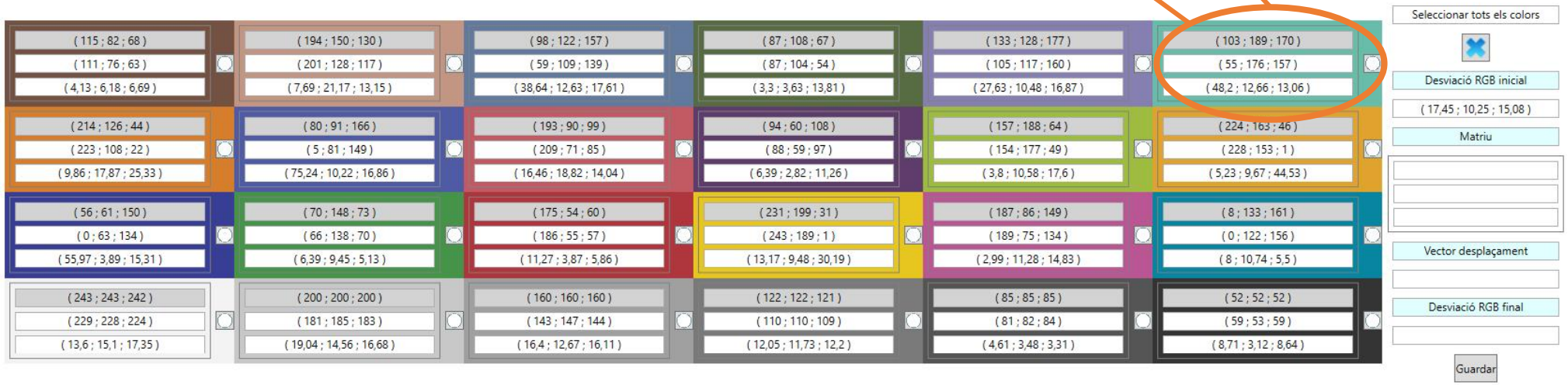
Carta Munsell



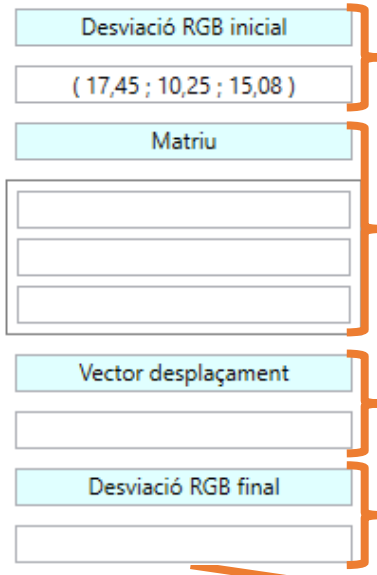
Valors RGB Munsell

Valors RGB Imatge

Desviació RGB Munsell respecte Imatge



Calibratge de color - Elements

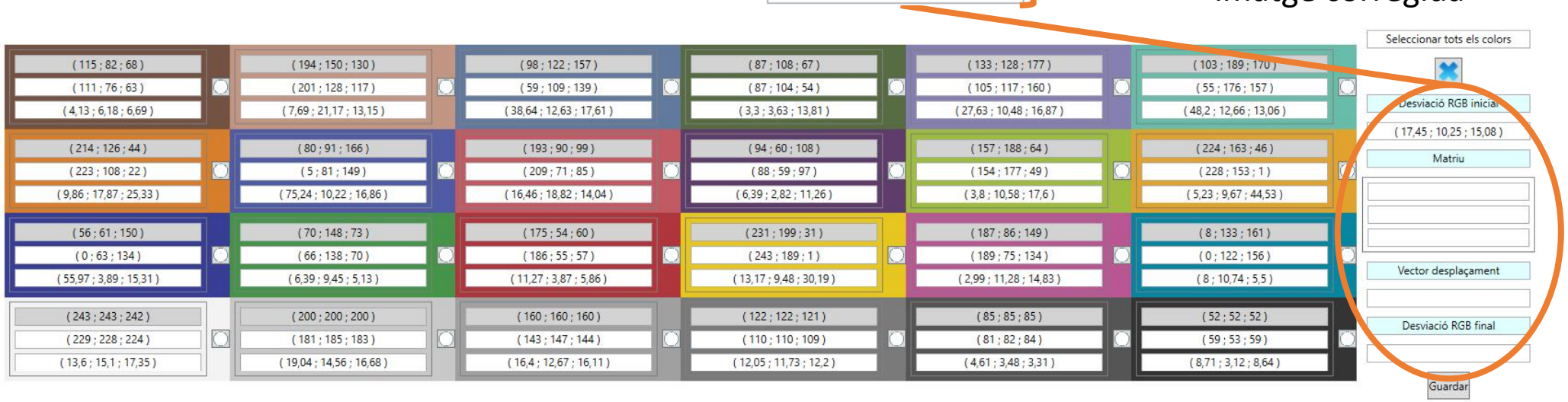


Desviació RGB total de la imatge inicial

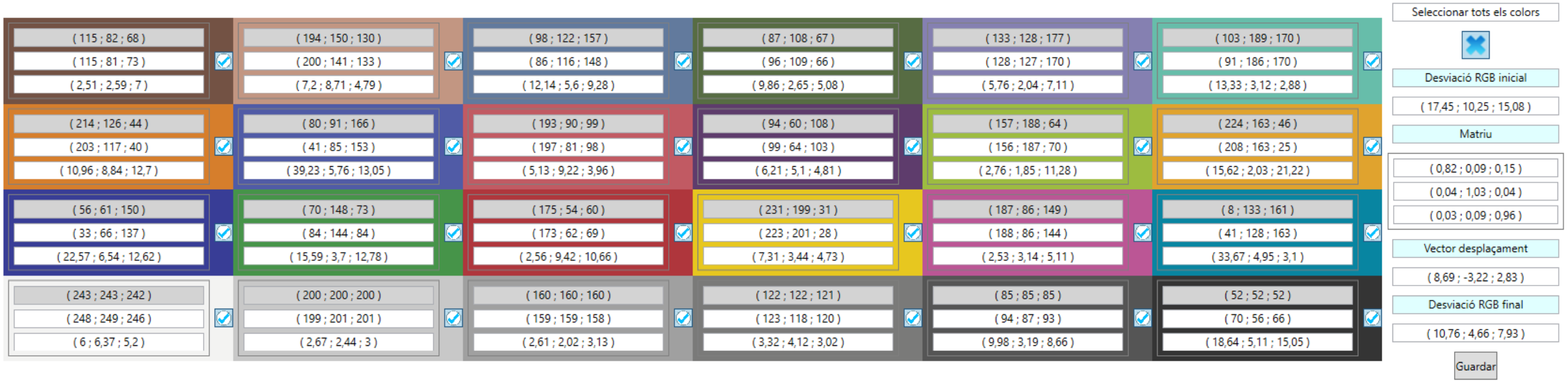
Matriu (3x3)

Vector de desplaçament

Desviació RGB total de la imatge corregida



Calibratge de color – Resultat



- La desviació s’ha reduït en els tres canals.
- Els colors de la imatge són més pròxims als teòrics de la carta Munsell.

Calibratge de color – Resultat

- Els colors són més semblants a la Munsell.
  - Exemple: Taronja ja no és tant viu, i és més pròxim al valor Munsell.

Calibratge de color – Millora numèrica

Desviació RGB inicial

(17,45 ; 10,25 ; 15,08)

Matriu

(0,82 ; 0,09 ; 0,15)

(0,04 ; 1,03 ; 0,04)

(0,03 ; 0,09 ; 0,96)

Vector desplaçament

(8,69 ; -3,22 ; 2,83)

Desviació RGB final

(10,76 ; 4,66 ; 7,93)

- Les desviacions en cada canal s'han reduït notablement.

  En les components G i B s'han reduït a la meitat pràcticament.

Comparativa amb les solucions de “punt blanc”

Després de fer el calibratge del punt blanc fem una fotografia de la carta Munsell – Xrite ColorChecker – de 24 colors i estudiem les desviacions que provoca en cada cel·la de la carta, resultant una desviació en cada component de 15 aproximadament:

Desviació RGB inicial

(15,05 ; 15,08 ; 16,87)

Matriu

Vector desplaçament

Desviació RGB final

Comparativa amb les solucions de “punt blanc”

(115 ; 82 ; 68) (85 ; 48 ; 34) (29,49 ; 33,2 ; 33,83)	(194 ; 150 ; 130) (202 ; 148 ; 136) (9,07 ; 2,7 ; 6,91)	(98 ; 122 ; 157) (85 ; 111 ; 150) (13,3 ; 10,97 ; 6,92)	(87 ; 108 ; 67) (58 ; 89 ; 33) (28,43 ; 18,85 ; 34,03)	(133 ; 128 ; 177) (131 ; 127 ; 177) (2,77 ; 2,64 ; 2,68)	(103 ; 189 ; 170) (119 ; 207 ; 193) (16,48 ; 19,11 ; 23,63)
(214 ; 126 ; 44) (223 ; 112 ; 22) (10,01 ; 13,68 ; 21,17)	(80 ; 91 ; 166) (61 ; 71 ; 163) (18,9 ; 20,18 ; 3,86)	(193 ; 90 ; 99) (205 ; 65 ; 76) (12,68 ; 24,24 ; 22,26)	(94 ; 60 ; 108) (56 ; 29 ; 76) (37,21 ; 30,75 ; 31,97)	(157 ; 188 ; 64) (161 ; 201 ; 83) (4,66 ; 14,04 ; 19,19)	(224 ; 163 ; 46) (224 ; 170 ; 32) (2,04 ; 8,08 ; 13,58)
(56 ; 61 ; 150) (32 ; 43 ; 144) (23,9 ; 17,43 ; 6,4)	(70 ; 148 ; 73) (64 ; 154 ; 78) (6,32 ; 6,78 ; 6,4)	(175 ; 54 ; 60) (171 ; 33 ; 27) (4,04 ; 20,12 ; 32,19)	(231 ; 199 ; 31) (236 ; 213 ; 59) (5,72 ; 14,74 ; 28,13)	(187 ; 86 ; 149) (187 ; 71 ; 142) (2,28 ; 15,14 ; 7,16)	(8 ; 133 ; 161) (42 ; 137 ; 178) (34,92 ; 5,41 ; 17,99)
(243 ; 243 ; 242) (239 ; 240 ; 236) (3,69 ; 2,54 ; 5,32)	(200 ; 200 ; 200) (213 ; 214 ; 214) (13,58 ; 15,06 ; 14,35)	(160 ; 160 ; 160) (168 ; 169 ; 168) (8,57 ; 9,81 ; 8,85)	(122 ; 122 ; 121) (107 ; 106 ; 106) (14,91 ; 15,88 ; 14,49)	(85 ; 85 ; 85) (58 ; 58 ; 59) (26,65 ; 26,78 ; 25,78)	(52 ; 52 ; 52) (21 ; 21 ; 22) (30,15 ; 30,14 ; 29,39)

- Malgrat el punt blanc, podem observar que les desviacions obtingudes per cada component trobem fins a 13 colors amb una desviació > 20, el que representa més d’un 50% dels colors mal calibrats.

Comparativa amb les solucions de “punt blanc”

Desviació Inicial

Desviació RGB inicial

(15,05 ; 15,08 ; 16,87)

Matriu

Vector desplaçament

Desviació RGB final

Desviació després de la solució Adhoc

Desviació RGB inicial

(14,99 ; 15,76 ; 17,35)

Matriu

(0,91 ; -0,09 ; -0,06)

(0,02 ; 0,76 ; 0)

(0,05 ; -0,22 ; 0,93)

Vector desplaçament

(33,36 ; 33,14 ; 34,47)

Desviació RGB final

(9,21 ; 5,49 ; 8,2)

Les desviacions inicials són lleugerament diferents degut a que primer tractem la il·luminació de la imatge

Finalment, la solució Adhoc obté una desviació molt menor en cada component respecte el calibratge de “punt blanc”

Comparativa amb la solució MICROBOX 71

- Busca només una matriu 3x3, utilitzant aproximacions successives; però que no asseguren la minimització global de l'error.

Calculated Correction Matrix

2.235	-0.740	-0.601
-0.404	1.680	-0.390
-0.168	-0.921	2.073

Desviació RGB inicial

(18,7 ; 6,08 ; 11,58)

Matriu

Vector desplaçament

Desviació RGB final

- Donada la matriu de l'esquerre, donada per Microbox, si analitzem els valors de la imatge trobem una desviació en les components R i B molt elevada, sobretot en la R.

Comparativa amb la solució MICROBOX 71

(115 ; 82 ; 68) (117 ; 80 ; 65) (4,31 ; 3,63 ; 7,07)	(194 ; 150 ; 130) (208 ; 137 ; 125) (14,85 ; 13,27 ; 6,57)	(98 ; 122 ; 157) (60 ; 116 ; 147) (38,86 ; 5,83 ; 9,82)	(87 ; 108 ; 67) (91 ; 111 ; 56) (6,54 ; 4,51 ; 13,26)	(133 ; 128 ; 177) (111 ; 125 ; 169) (22,06 ; 3,58 ; 8,53)	(103 ; 189 ; 170) (64 ; 184 ; 166) (40,36 ; 5 ; 5)
(214 ; 126 ; 44) (232 ; 114 ; 20) (18,46 ; 12,09 ; 30,49)	(80 ; 91 ; 166) (1 ; 86 ; 158) (78,54 ; 5,45 ; 8,1)	(193 ; 90 ; 99) (218 ; 76 ; 90) (25,35 ; 13,88 ; 10,55)	(94 ; 60 ; 108) (92 ; 63 ; 102) (4,55 ; 5,08 ; 6,39)	(157 ; 188 ; 64) (163 ; 185 ; 58) (7,18 ; 3,14 ; 13,81)	(224 ; 163 ; 46) (236 ; 161 ; 3) (13,23 ; 3,43 ; 43,75)
(56 ; 61 ; 150) (0 ; 67 ; 144) (56 ; 7,79 ; 6,61)	(70 ; 148 ; 73) (68 ; 147 ; 75) (7,84 ; 2,33 ; 6,96)	(175 ; 54 ; 60) (195 ; 57 ; 56) (20,49 ; 6,79 ; 9,74)	(231 ; 199 ; 31) (251 ; 197 ; 2) (21,01 ; 3,08 ; 29,84)	(187 ; 86 ; 149) (196 ; 81 ; 142) (9,99 ; 6,56 ; 7,6)	(8 ; 133 ; 161) (0 ; 130 ; 165) (8 ; 3,78 ; 5,59)
(243 ; 243 ; 242) (235 ; 233 ; 232) (8,86 ; 9,84 ; 9,84)	(200 ; 200 ; 200) (189 ; 194 ; 193) (11,3 ; 6,28 ; 7,52)	(160 ; 160 ; 160) (152 ; 156 ; 153) (8,67 ; 4,3 ; 7,6)	(122 ; 122 ; 121) (116 ; 118 ; 116) (6,66 ; 4,65 ; 6,09)	(85 ; 85 ; 85) (86 ; 88 ; 89) (4,98 ; 4,77 ; 6,27)	(52 ; 52 ; 52) (61 ; 57 ; 61) (10,7 ; 6,76 ; 11,03)

- Observant les desviacions obtingudes per cada component trobem fins a 10 colors amb una desviació > 20, el que representa més d'un 40% dels colors mal calibrats.

Comparativa amb la solució MICROBOX 71

Desviació Microbox 71

Desviació RGB inicial

(18,7 ; 6,08 ; 11,58)

Matriu

Vector desplaçament

Desviació RGB final

Desviació solució Adhoc a partir Imatge Microbox 71

Desviació RGB inicial

(18,88 ; 6,53 ; 15,22)

Matriu

(0,79 ; 0,08 ; 0,14)

(0,04 ; 1 ; 0,04)

(0,04 ; 0,05 ; 0,93)

Vector desplaçament

(8,98 ; -6,57 ; 7,7)

Desviació RGB final

(11,76 ; 5,59 ; 9,02)

Les desviacions inicials són lleugerament diferents degut a que primer tractem la il·luminació de la imatge

Finalment, la solució Adhoc obté una desviació menor en cada component respecte el calibratge de Microbox 71

Calibratge parcial del color

(115 ; 82 ; 68) (115 ; 81 ; 73) (2,51 ; 2,59 ; 7)	(194 ; 150 ; 130) (200 ; 141 ; 133) (7,2 ; 8,71 ; 4,79)	(98 ; 122 ; 157) (86 ; 116 ; 148) (12,14 ; 5,6 ; 9,28)	(87 ; 108 ; 67) (96 ; 109 ; 66) (9,86 ; 2,65 ; 5,08)	(133 ; 128 ; 177) (128 ; 127 ; 170) (5,76 ; 2,04 ; 7,11)	(103 ; 189 ; 170) (91 ; 186 ; 170) (13,33 ; 3,12 ; 2,88)
(214 ; 126 ; 44) (203 ; 117 ; 40) (10,96 ; 8,84 ; 12,7)	(80 ; 91 ; 166) (41 ; 85 ; 153) (39,23 ; 5,76 ; 13,05)	(193 ; 90 ; 99) (197 ; 81 ; 98) (5,13 ; 9,22 ; 3,96)	(94 ; 60 ; 108) (99 ; 64 ; 103) (6,21 ; 5,1 ; 4,81)	(157 ; 188 ; 64) (156 ; 187 ; 70) (2,76 ; 1,85 ; 11,28)	(224 ; 163 ; 46) (208 ; 163 ; 25) (15,62 ; 2,03 ; 21,22)
(56 ; 61 ; 150) (33 ; 66 ; 137) (22,57 ; 6,54 ; 12,62)	(70 ; 148 ; 73) (84 ; 144 ; 84) (15,59 ; 3,7 ; 12,78)	(175 ; 54 ; 60) (173 ; 62 ; 69) (2,56 ; 9,42 ; 10,66)	(231 ; 199 ; 31) (223 ; 201 ; 28) (7,31 ; 3,44 ; 4,73)	(187 ; 86 ; 149) (188 ; 86 ; 144) (2,53 ; 3,14 ; 5,11)	(8 ; 133 ; 161) (41 ; 128 ; 163) (33,67 ; 4,95 ; 3,1)
(243 ; 243 ; 242) (248 ; 249 ; 246) (6 ; 6,37 ; 5,2)	(200 ; 200 ; 200) (199 ; 201 ; 201) (2,67 ; 2,44 ; 3)	(160 ; 160 ; 160) (159 ; 159 ; 158) (2,61 ; 2,02 ; 3,13)	(122 ; 122 ; 121) (123 ; 118 ; 120) (3,32 ; 4,12 ; 3,02)	(85 ; 85 ; 85) (94 ; 87 ; 93) (9,98 ; 3,19 ; 8,66)	(52 ; 52 ; 52) (70 ; 56 ; 66) (18,64 ; 5,11 ; 15,05)

- Exemple: Ens disposem a digitalitzar un seguit de fulls manuscrits.
  - Els colors més probables són els marrons, grocs i taronges pel paper, els vermells i roses degut al òxid i els foscos per les lletres.
- Excloem els colors marcats en vermell seguint el següent criteri:
  - Almenys la desviació d'una component sigui major a 10.
  - La probabilitat d'aparició d'aquest color és molt baixa o nul·la.

Calibratge parcial del color – Resultat

(115 ; 82 ; 68)	(194 ; 150 ; 130)	(98 ; 122 ; 157)	(87 ; 108 ; 67)	(133 ; 128 ; 177)	(103 ; 189 ; 170)
(110 ; 80 ; 70)	(201 ; 141 ; 133)	(76 ; 113 ; 142)	(91 ; 107 ; 63)	(120 ; 125 ; 165)	(83 ; 181 ; 165)
(4,94 ; 2,79 ; 5,18)	(7,37 ; 8,34 ; 4,83)	(21,7 ; 8,89 ; 15,25)	(5,47 ; 1,94 ; 5,95)	(13,15 ; 3,13 ; 11,71)	(21,42 ; 8,02 ; 5,57)
(214 ; 126 ; 44)	(80 ; 91 ; 166)	(193 ; 90 ; 99)	(94 ; 60 ; 108)	(157 ; 188 ; 64)	(224 ; 163 ; 46)
(208 ; 119 ; 44)	(26 ; 81 ; 144)	(197 ; 83 ; 98)	(91 ; 63 ; 99)	(158 ; 185 ; 71)	(215 ; 164 ; 30)
(6,24 ; 7,2 ; 11,93)	(53,78 ; 10,01 ; 22,04)	(5,27 ; 7,3 ; 3,84)	(3,64 ; 4,19 ; 9,3)	(3,11 ; 3,23 ; 11,78)	(8,3 ; 2,47 ; 16,48)
(56 ; 61 ; 150)	(70 ; 148 ; 73)	(175 ; 54 ; 60)	(231 ; 199 ; 31)	(187 ; 86 ; 149)	(8 ; 133 ; 161)
(18 ; 62 ; 128)	(79 ; 140 ; 81)	(172 ; 64 ; 69)	(233 ; 201 ; 34)	(185 ; 87 ; 143)	(27 ; 122 ; 154)
(37,45 ; 3,38 ; 21,72)	(10,35 ; 7,45 ; 9,51)	(3 ; 11,09 ; 10,56)	(3,39 ; 3,52 ; 4,91)	(2,43 ; 3,45 ; 6,51)	(19,79 ; 10,66 ; 7,12)
(243 ; 243 ; 242)	(200 ; 200 ; 200)	(160 ; 160 ; 160)	(122 ; 122 ; 121)	(85 ; 85 ; 85)	(52 ; 52 ; 52)
(248 ; 247 ; 246)	(196 ; 200 ; 199)	(155 ; 157 ; 156)	(118 ; 116 ; 117)	(87 ; 85 ; 88)	(61 ; 54 ; 61)
(6,49 ; 5,32 ; 5,5)	(4 ; 1,93 ; 2,7)	(5,12 ; 3,14 ; 4,65)	(4,74 ; 5,8 ; 4,74)	(3,9 ; 2,16 ; 4,89)	(10,57 ; 3,45 ; 10,19)

Seleccionar tots els colors

Desviació RGB inicial

(17,45 ; 10,25 ; 15,08)

Matriu

(0,88 ; 0,12 ; 0,1)
(0,07 ; 1,01 ; 0,04)
(0,07 ; 0,1 ; 0,93)

Vector desplaçament

(-2,52 ; -5,8 ; -3,82)

Desviació RGB final

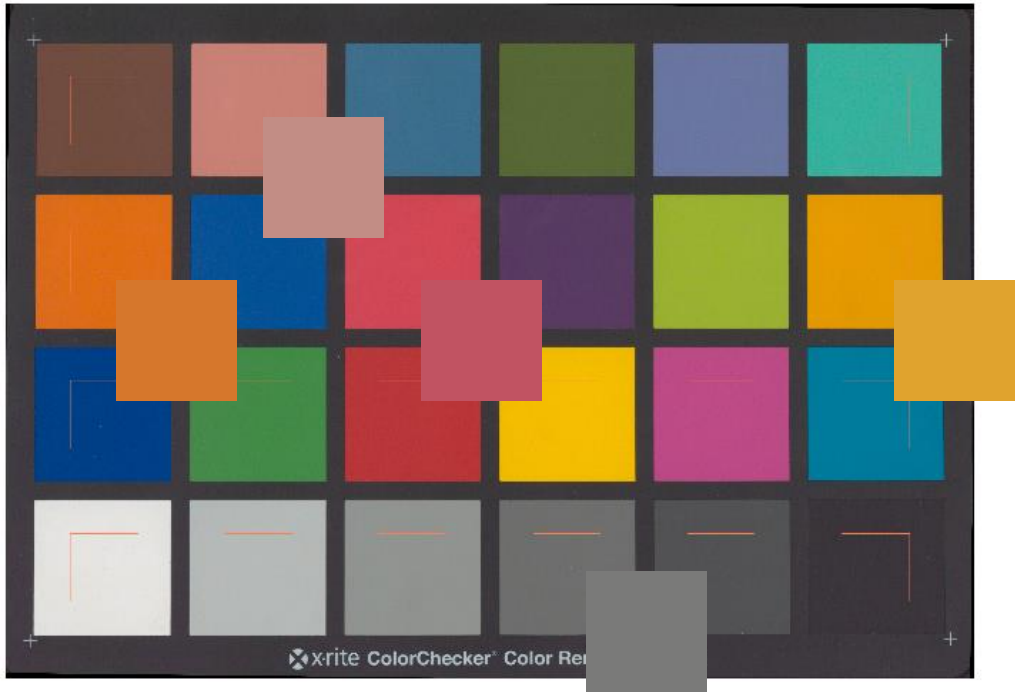
(5,62 ; 4,47 ; 7,54)

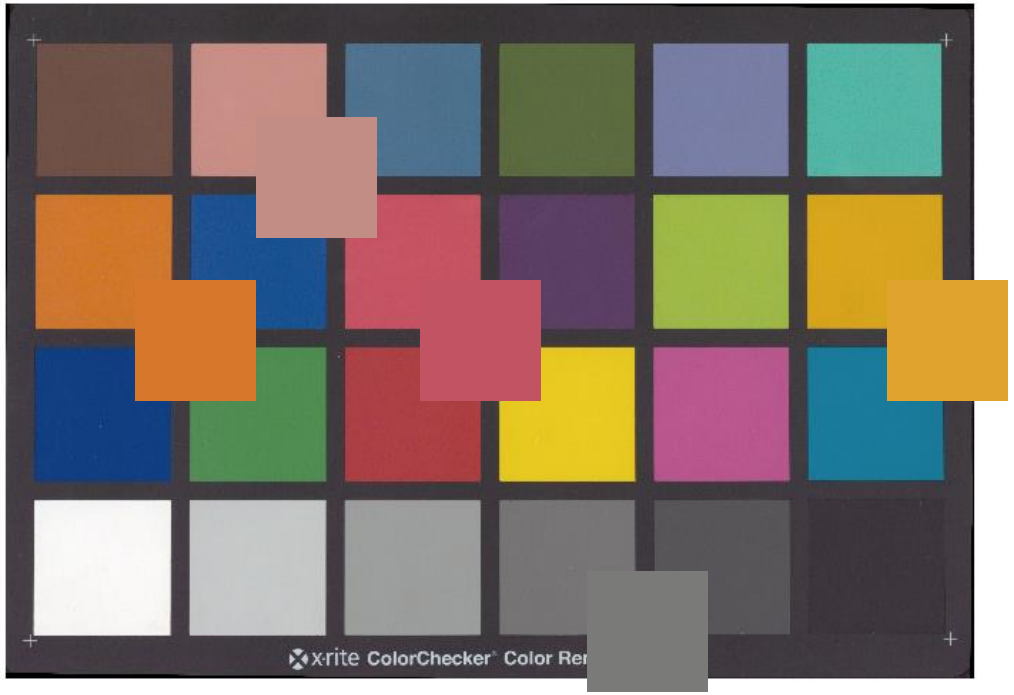
Guardar

- La desviació s’ha reduït encara més que utilitzant tots els colors de la carta Munsell.

Calibratge parcial del color – Resultat

- Els colors que interessen són MOLT més semblants a la Munsell.
  - Escollim el color que escollim dels que sí han entrat al anàlisi s'aproximen més al valor Munsell





Calibratge parcial de color – Millora numèrica

Calibratge amb tots els colors

Desviació RGB inicial

(17,45 ; 10,25 ; 15,08)

Matriu

(0,82 ; 0,09 ; 0,15)
(0,04 ; 1,03 ; 0,04)
(0,03 ; 0,09 ; 0,96)

Vector desplaçament

(8,69 ; -3,22 ; 2,83)

Desviació RGB final

(10,76 ; 4,66 ; 7,93)

Calibratge amb els colors prioritaris

Desviació RGB inicial

(17,45 ; 10,25 ; 15,08)

Matriu

(0,88 ; 0,12 ; 0,1)
(0,07 ; 1,01 ; 0,04)
(0,07 ; 0,1 ; 0,93)

Vector desplaçament

(-2,52 ; -5,8 ; -3,82)

Desviació RGB final

(5,62 ; 4,47 ; 7,54)

Calibratge del color – un advertiment

Fins ara hem parlat de RGB i hauríem d'especificar en quin espai RGB ens volem moure:

- **sRGB**
- **Adobe-RGB**

La carta Munsell ens dona valors **Lab** i d'aquests passarem a l'espai RGB que ens interessi

Calibratge del color – una crítica

Fins ara ens hem centrat en minimitzar la diferencia entre els valors RGB de la carta Munsell que ens dona la nostra càmera i els valors teòrics que ens hauria de donar

Això és acceptable en tant que les desviacions a corregir siguin petites; però per fer-ho bé, hauríem de minimitzar la diferència entre els valors Lab, doncs els espais RGB no son “uniformes” en quan a la percepció del color, o sigui una correcció pot ser “bona” en termes numèrics i “dolenta” en termes de percepció del color.

Hi estem treballant

Calibratge d’escàners de plans i de rodets

- En el cas d’escàners plans, es pot fer igual que fèiem amb les càmeres, doncs podem escanejar una carta Munsell convencional i fer el mateix anàlisis i correcció.

- El problema esdevé quan l’escàner és de rodets, i especialment amb els escàners de plànols de gran format i varies fileres de sensors.

Calibratge d’escàners de rodets

- Ara, la carta de colors no podrà ser una Munsell estàndard, doncs aquesta és molt gruixuda i no podria passar pels rodets sense deteriorar-se. N’haurem de fabricar una, amb un material més flexible, i de colors controlats amb un espectrofotòmetre

- A partir d’aquí, el problema serà el mateix que per les càmeres: trobar la matriu i el vector de desplaçament que minimitzi la desviació global dels colors

Calibratge d’escàners de gran format

- Em de tenir en compte que aquesta mena d’escàners tenen varies fileres de sensors posats en formació escaquejada, per tant hem fabricat una carta de color com la següent:

Calibratge d’escàners de gran format

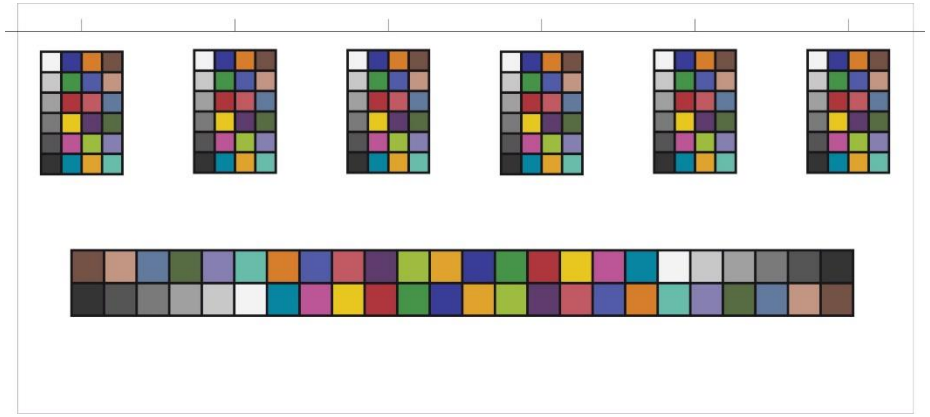
Amb aquesta mena de carta podem escatir les desviacions cromàtiques de cada filera de sensors i/o en general sobre tota l’àrea

Calibratge d’escàners de gran format

Òbviament, els colors de la carta, al no ser una carta estàndard, hauran de ser controlats mitjançant un espectrofotòmetre.

Si, a la vista de les distorsions cromàtiques de cada sensor, ens inclinem per corregir-ne cadascun d’ells, haurem de trobar **6 matrius** i els seus corresponents vectors de desplaçament.

Cadascuna s’haurà d’aplicar
a la zona que correspongui de la imatge



Calibratge d'escàners de gran format

	M1			M2			M3			M4			M5			M6			M7			M8			Mitjana			Desviació		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
Pell Fosca	97	69	56	99	69	56	96	68	56	99	69	56	99	69	56	100	70	56	99	70	57	97	69	56	98,3	69,1	56,1	1,39	0,64	0,35
Pell Clara	185	142	120	188	143	121	186	141	120	186	142	120	186	142	119	186	141	119	186	142	119	186	141	119	186	142	120	0,83	0,71	0,74
Blau Cel	89	114	147	90	113	150	86	111	147	89	114	147	90	113	147	90	113	149	89	113	148	89	111	146	89	113	148	1,31	1,16	1,3
Fullatge	74	96	55	75	97	54	73	95	55	74	96	55	75	96	54	75	96	55	75	96	54	73	94	54	74,3	95,8	54,5	0,89	0,89	0,53
Flor Blava	119	118	172	119	116	171	114	114	170	118	117	170	118	116	170	119	116	171	118	116	171	118	114	169	118	116	171	1,64	1,36	0,93
Verd Blau	112	196	165	112	196	166	110	194	166	111	195	164	111	194	165	111	194	166	112	194	165	111	192	164	111	194	165	0,71	1,3	0,83
Taronja	215	119	57	213	119	51	213	120	55	213	118	57	214	119	52	213	120	52	214	121	54	211	119	53	213	119	53,9	1,16	0,92	2,3
Blau Púrpura	60	75	164	60	75	162	56	74	162	62	78	162	62	77	163	61	75	162	63	77	164	62	75	161	60,8	75,8	163	2,19	1,39	1,07
Vermell Moderat	185	82	87	187	83	87	184	82	88	185	83	90	185	83	87	185	83	87	186	84	89	183	82	88	185	82,8	87,9	1,2	0,71	1,13
Púrpura	77	42	95	78	42	95	73	41	95	77	44	95	78	44	97	78	43	96	78	45	96	76	42	94	76,9	42,9	95,4	1,73	1,36	0,92
VerdGroc	149	190	45	151	191	48	149	191	54	148	189	52	149	190	46	150	190	48	151	191	47	147	188	46	149	190	48,3	1,39	1,07	3,15
Groc ataronjat	230	162	51	230	162	51	228	162	56	228	161	56	229	163	51	227	161	51	229	163	51	227	161	51	229	162	52,3	1,2	0,83	2,31
Blau	31	42	148	31	44	148	26	43	148	32	46	147	33	45	149	33	44	149	31	43	150	32	42	146	31,1	43,6	148	2,23	1,41	1,25
Verd	76	148	57	76	147	55	75	147	60	76	147	58	76	147	55	76	147	57	77	149	55	75	146	56	75,9	147	56,6	0,64	0,89	1,77
Vermell	167	54	50	165	53	50	163	54	51	166	53	54	165	54	51	166	54	50	166	55	52	164	54	51	165	53,9	51,1	1,28	0,64	1,36
Groc	244	206	17	243	204	14	241	204	28	243	203	30	241	204	17	243	205	18	244	206	14	242	203	17	243	204	19,4	1,19	1,19	6,14
Magenta	184	74	127	186	74	128	181	74	128	184	75	129	182	74	127	184	74	127	184	75	130	182	73	127	183	74,1	128	1,6	0,64	1,13
Cian	56	133	157	57	137	159	56	134	158	59	136	157	58	136	158	58	135	159	58	136	159	58	132	157	57,5	135	158	1,07	1,73	0,93
Blanc	251	252	253	249	250	253	248	249	252	249	249	252	248	248	252	248	249	251	250	250	252	249	250	253	249	250	252	1,07	1,19	0,71
Neutral 8	197	199	198	197	199	198	194	197	197	197	198	197	195	197	196	196	197	197	197	198	197	197	198	198	196	198	197	1,16	0,83	0,71
Neutral 6,5	151	152	151	149	149	149	148	149	149	151	150	150	150	150	149	150	150	150	150	150	150	150	149	149	150	150	150	0,99	0,99	0,74
Neutral 5	111	110	110	109	109	108	108	109	109	111	110	109	111	110	109	110	110	110	110	110	109	109	108	108	110	110	109	1,13	0,76	0,76
Neutral 3,5	71	70	70	69	70	71	69	69	70	72	71	70	72	70	71	71	70	71	71	70	70	70	69	69	70,6	69,9	70,3	1,19	0,64	0,71
Negre	41	40	41	40	40	41	40	41	41	42	41	41	42	42	42	42	41	42	41	41	41	41	40	40	41,1	40,8	41,1	0,83	0,71	0,64

Taula resum dels valors de les 8 taules. Desviació estàndard molt petita. Sensors igualment calibrats.

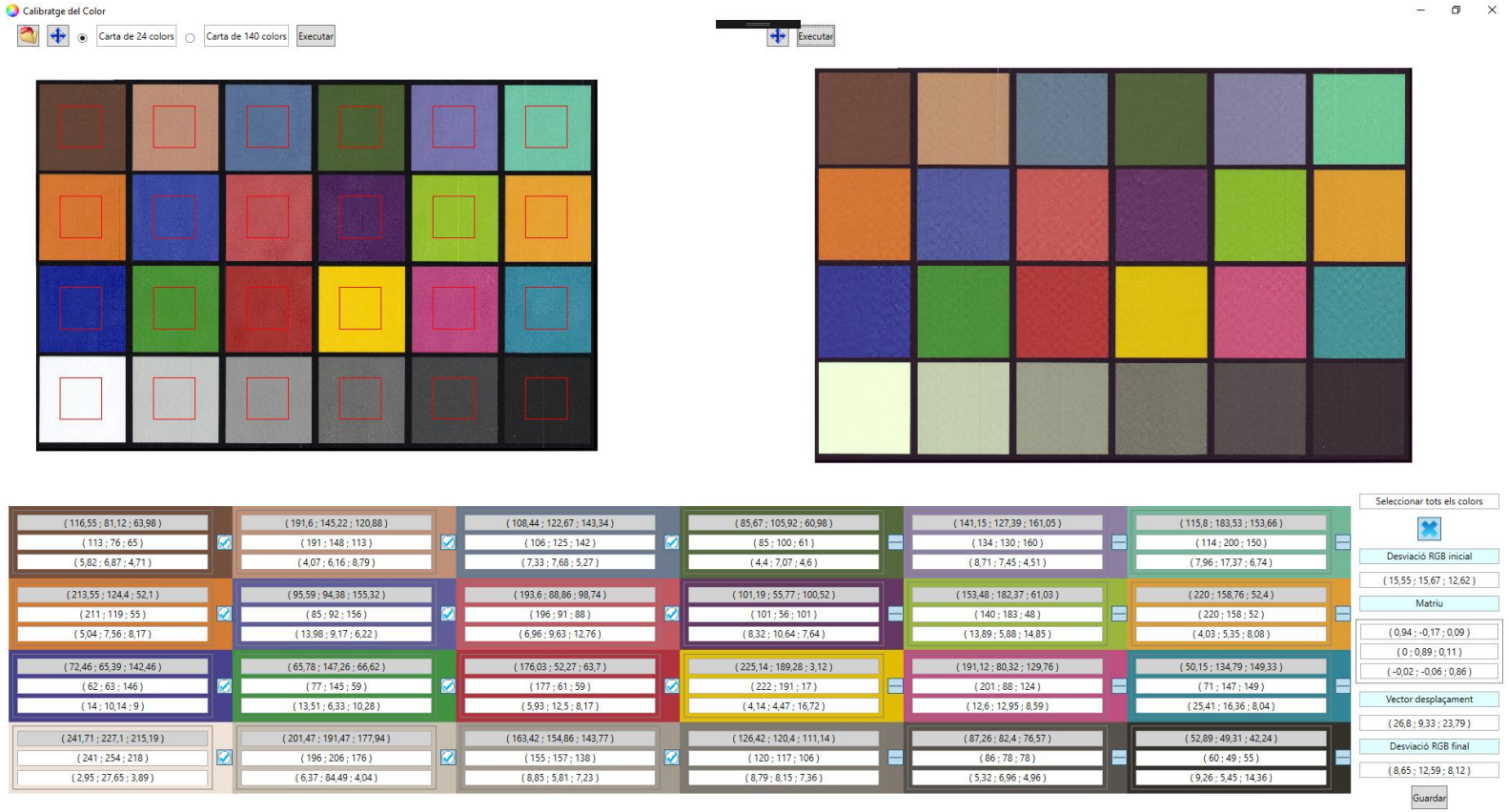
Calibratge d'escàners de gran format

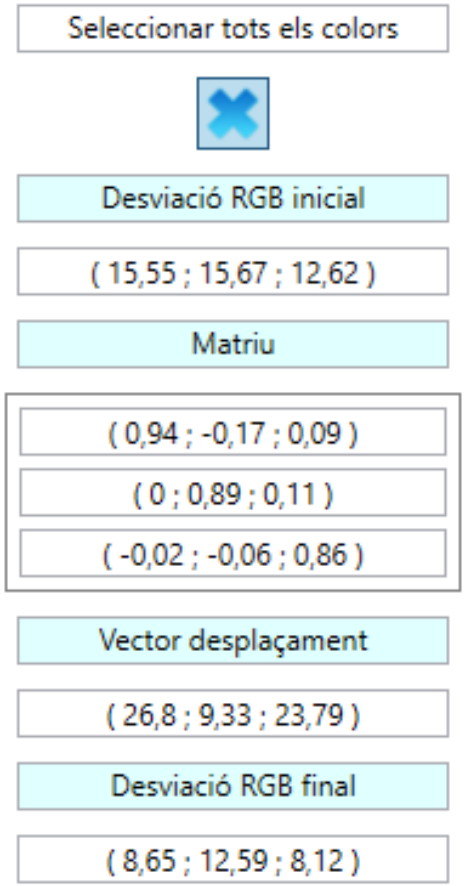
	Mitjana			Medició			Desviació respecte Medició		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
Pell Fosca	98,3	69,1	56,1	117	81,1	64	18,3	12	7,86
Pell Clara	186	142	120	192	145	121	5,47	3,47	1,26
Blau Cel	89	113	148	108	123	143	19,4	9,92	4,29
Fullatge	74,3	95,8	54,5	85,7	106	61	11,4	10,2	6,48
Flor Blava	118	116	171	141	127	161	23,3	11,5	9,45
Verd Blau	111	194	165	116	184	154	4,55	10,8	11,5
Taronja	213	119	53,9	214	124	52,1	0,3	5,03	1,78
Blau Púrpura	60,8	75,8	163	95,6	94,4	155	34,8	18,6	7,18
Vermell Moderat	185	82,8	87,9	194	88,9	98,7	8,6	6,11	10,9
Púrpura	76,9	42,9	95,4	101	55,8	101	24,3	12,9	5,15
VerdGroc	149	190	48,3	153	182	61	4,23	7,63	12,8
Groc ataronjat	229	162	52,3	221	159	52,4	7,55	3,12	0,15
Blau	31,1	43,6	148	72,5	65,4	142	41,3	21,8	5,66
Verd	75,9	147	56,6	65,8	147	66,6	10,1	0,01	10
Vermell	165	53,9	51,1	176	52,3	63,7	10,8	1,61	12,6
Groc	243	204	19,4	225	189	3,12	17,5	15,1	16,3
Magenta	183	74,1	128	191	80,3	130	7,75	6,19	1,88
Cian	57,5	135	158	50,2	135	149	7,35	0,09	8,67
Blanc	249	250	252	242	227	215	7,29	22,5	37,1
Neutral 8	196	198	197	201	191	178	5,22	6,41	19,3
Neutral 6,5	150	150	150	163	155	144	13,5	4,99	5,85
Neutral 5	110	110	109	126	120	111	16,5	10,9	2,14
Neutral 3,5	70,6	69,9	70,3	87,3	82,4	76,6	16,6	12,5	6,32
Negre	41,1	40,8	41,1	52,9	49,3	45,2	11,8	8,56	4,12

Total desviacions mitjanes: (13,7 ; 9,25 ; 8,69)

Malgrat que les desviacions, respecte les valors del espectrofotòmetre, no són molt grans, intentarem minorar-les recalibrant amb el nostre sistema.

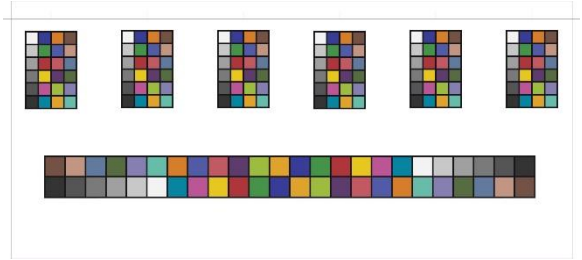
Calibratge d’escàners de gran format





Hem passat d’una desviació mitjana de (13,7 ; 9,25 ; 8,69) a una de (8,65 ; 12,59 ; 8,12) que representa una millora del 7,2%.....
(negligible en molts àmbits)

Un advertiment:



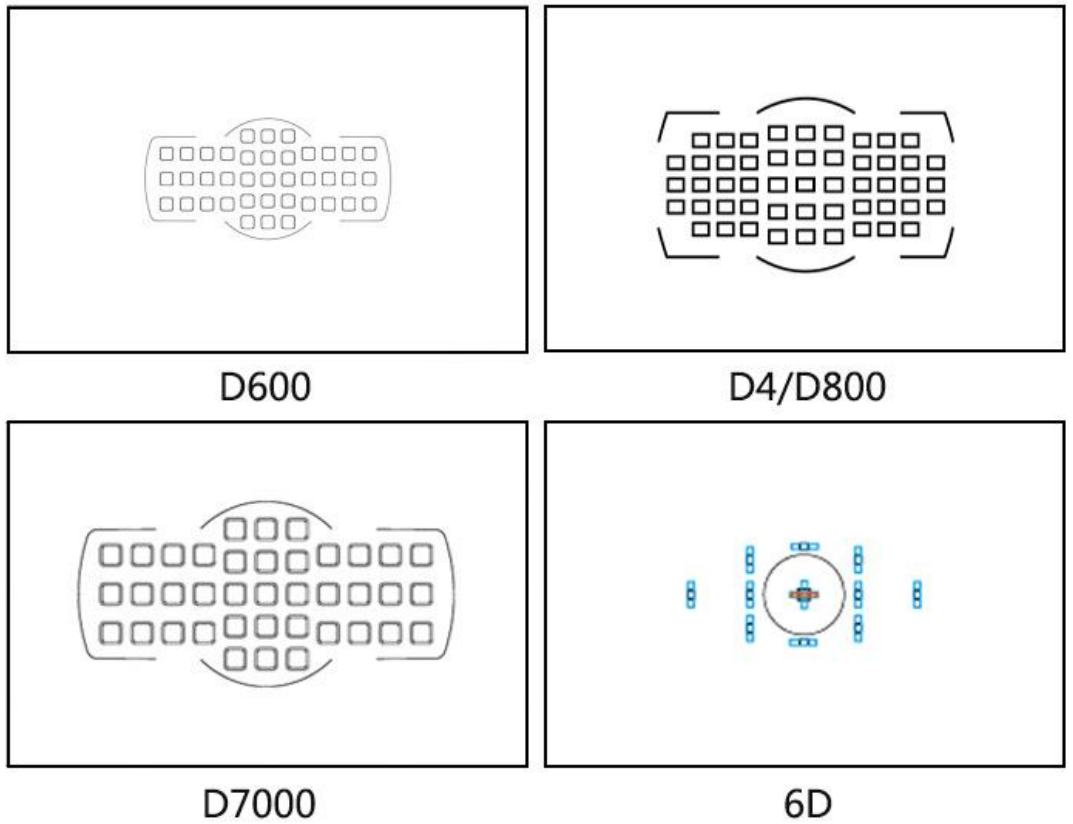
Tan pels escàners convencionals de rodets, com pels de gran format, és molt freqüent que es **menystingui** la necessitat d'aquest calibratge del color. Sembla que sigui molt important pels llibres antics, però no per plànols i per expedients administratius.

La cosa canvia, si es pensa en la repercussió **legal** que poden tenir aquesta mena de documents

Enfocament

Enfocament – Enfoc per punts

- L'Enfocament per punts consisteix en una estructura de punts com la imatge esquerra que permeten enfocar a la càmera. Depenen de la càmera i el modus, hi haurà més o menys punts – de 9 a 39 –
- Si en aquests punts es troba un fons uniforme la càmera no sap enfocar.
- La majoria estan situats a la zona central.

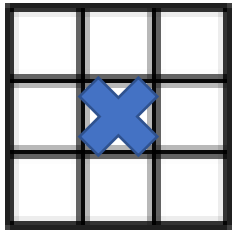


Enfocament - Problemes

- Enfocament per punts.
- L’objectiu és pot desenfocar per les vibracions del disparador.
- Mesura subjectiva. És l’operador qui considera que l’enfocament és el millor possible.

Enfocament – Solució ADHOC

- Software específic que mou l'objectiu pas a pas, a través del motor de la càmera, endavant i endarrere, fins que no pot millorar la mesura d'enfocament:



$$F = \frac{\sum_{0}^{HxW} \forall\left(\left|P_{ima\,(x,y)} - P_{ima\,(x',y')}\right|\right)}{HxW}$$

No treballem per punts sinó sobre tots els píxels d'una part central i prou gran de la imatge

Enfocament – motor ADHOC per les càmeres nues

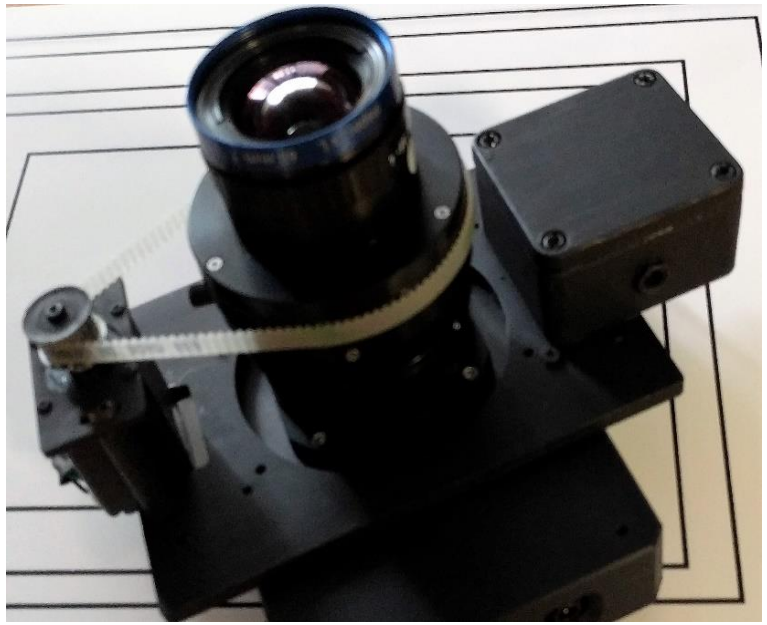
Les càmeres nues no tenen motor, per tant no poden enfocar a cada toma. Es recolzen en una profunditat de camp força gran.

Adhoc ha implementat una motor pas a pas

que ha annexat a la càmera nua i que

li permet millorar l'enfocament

de forma automàtica



Enfocament – Millores ADHOC

- Automatització del moviment del objectiu
- Capacitat per treballar amb pàgines pràcticament uniformes
- És el software el que determina **numèricament** quan està ben enfocat
- Repeteix l'enfocament cada X imatges per aconseguir sempre el millor enfocament
- **Estem treballant** per aconseguir trobar una mesura d'enfocament independent de la pàgina, més ràpida i que ens asseguri, en temps real, que cap pàgina queda moguda.

MILLORA DE CALIBRATGES

Deformació	Il·luminació	Color	Enfocament
Distorsió de la lent	Contaminació lumínica	Distorsió dels colors	Pàgines desenfocades
Perspectiva	Ombres		Enfocament objectiu

Gràcies per la seva atenció

Rubén Rodríguez

Elisabet Gutiérrez

Jordi Padrós

3 d'Octubre del 2017 – 9:30-11:30

Amb Col·laboració de:

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

i de

fotoconnexió