

液晶顯示器之直下型背光 光學效能最佳化之研究

論文口試報告

學生：王耀東
指導教授：徐業良教授

中華民國 93 年 7 月 27 日



大綱

- 研究背景與目的
- 文獻回顧
- 液晶顯示器之直下型背光效能最佳化
- 本研究的SNA法架構
- 2變數的直下型背光設計案例
- 4變數的直下型背光設計案例
- 結論與未來工作



研究背景與目的

- 直下型背光系統在光學設計上需考慮輝度與均勻性。
- 目前大多以實驗方法來設計光源位置、幾何形狀的配置及光學材料的搭配。
- 經驗法加上實驗約需一週到二週的工作時數來決定光學系統的材料與尺寸，簡易模具所製作的原型樣品亦需二週的工作時數。
- 製作原型樣品每組需花費台幣數萬元，且非一次成功，需要花費許多的人力及時間。
- 利用光學模擬軟體模擬幾何或材料變數，雖可節省簡易模具製作樣品的花費，但是過程往往是嘗試錯誤，仍然無法有效率地得到最佳設計。
- 本研究以32吋液晶顯示器之直下型背光系統設計為對象，結合光學模擬軟體與SNA法來求最佳光學機構設計。



文獻回顧

- Chan等人[2003]提出以特殊反射面的結構設計來提升直下型背光的光學效率，主要是以改變反射面的結構形狀，來提升光線的利用率。
- Park等人[2001]提出利用光學模擬軟體來設計一個薄型多燈管的背光系統，利用Breault Research Organization所開發的“Advanced System Analysis Program (ASAP)”光學模擬軟體來進行進行背光結構的設計，從文中看來他們也是以調整單變數的方式進行背光結構的調整與模擬。
- Gebauer等人[2000]提出用光跡追蹤的工具來開發液晶顯示器的背光，光學模擬為側光型的背光結構。
- Chang等人[2003]使用“ASAP”光學模擬軟體來設計和分析液晶顯示器的背光單體，文中提及最佳化的方法是將變數以“batch-mode”的方式，將所有變數可能數值以批次方式執行完成，再來判讀最佳解。



文獻回顧

- SNA法最早由Hsu等人發表[2001]
- 應用在汽車輪圈在疲勞的限制條件下，進行減輕重量的最佳化研究[Hsu et al., 2001]
- 將此演算法更完整的整理，應用在一些工程上的最佳化問題[Hsu et al., 2003]

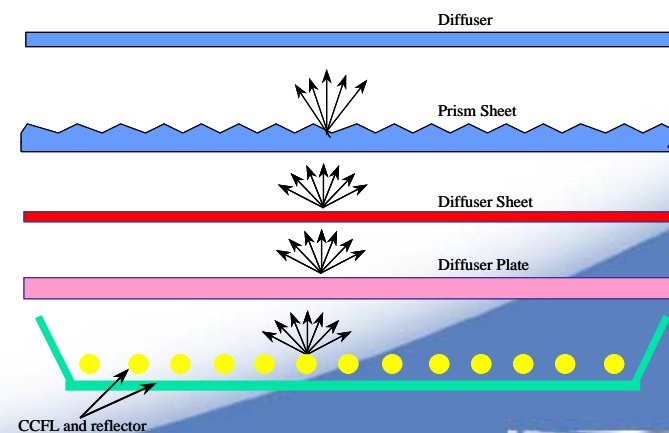
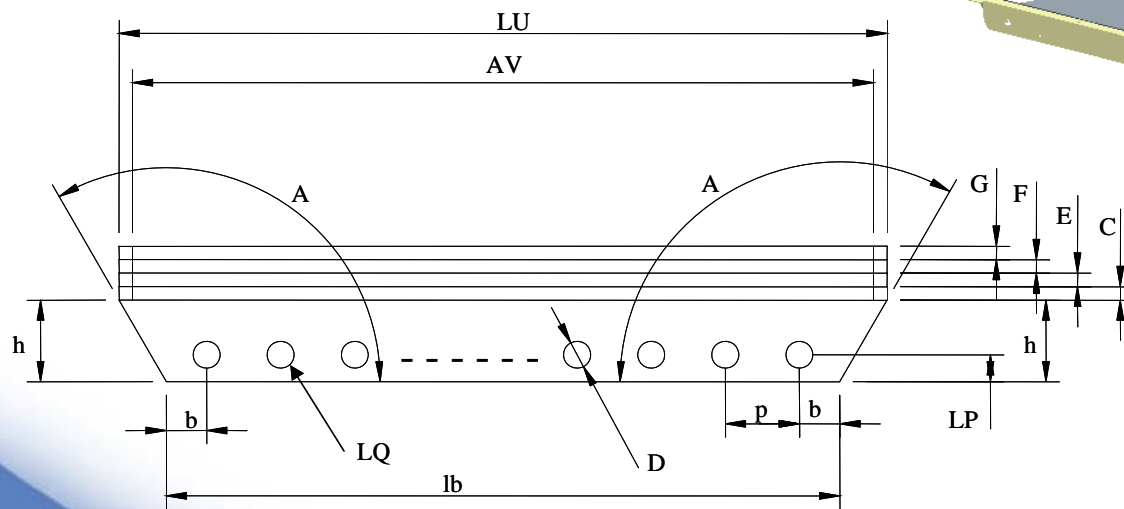
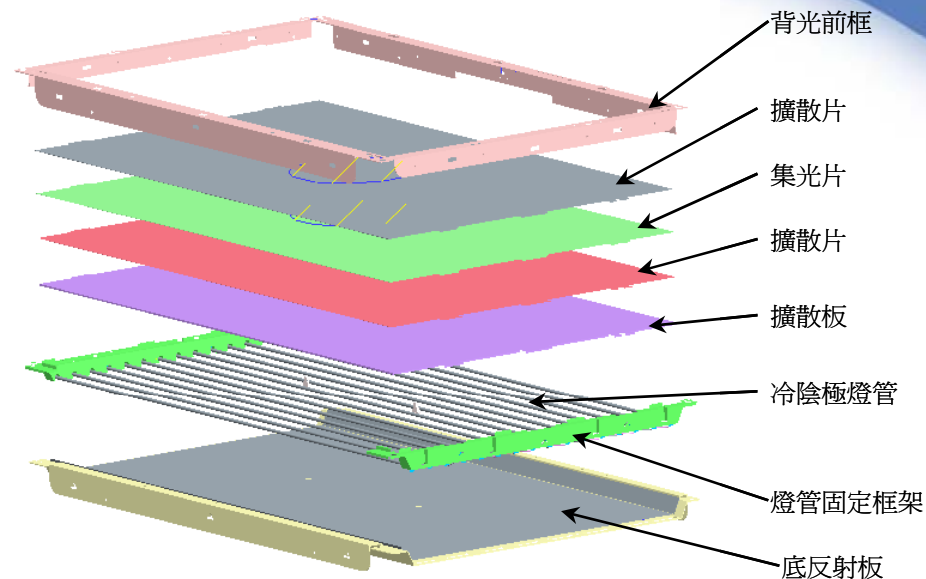
- 先前發表的SNA法，均假設其目標函數為外顯形式，本研究的目標函數Uniformity(\mathbf{x})是內隱形式，因此本研究將取消此一假設，將內隱形式目標函數以類神經網路來模擬，使SNA法更具一般性。



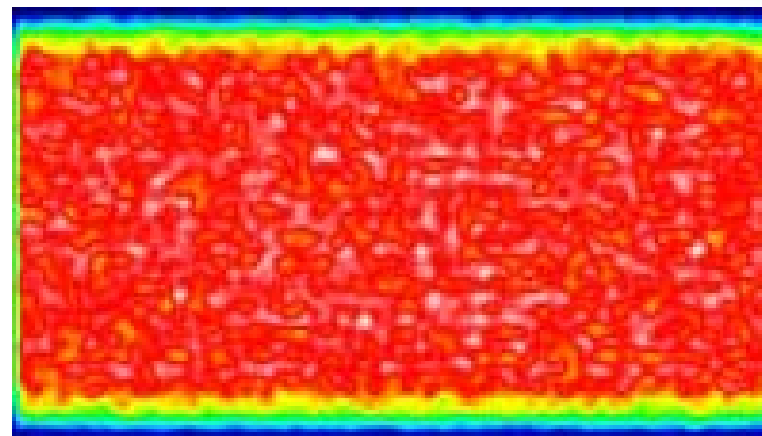
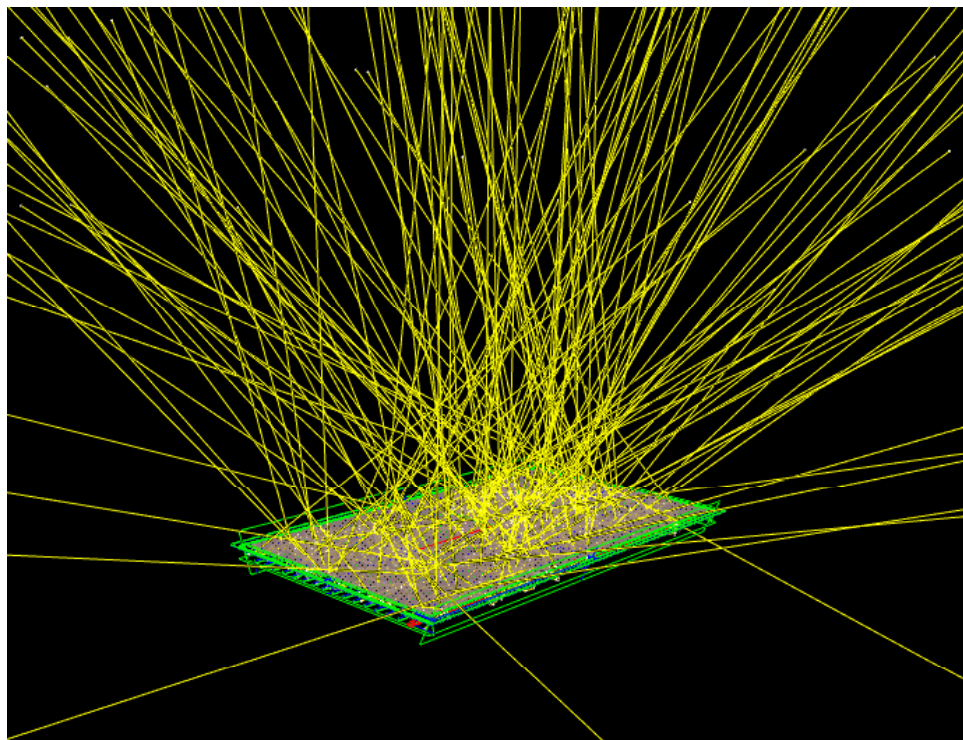
液晶顯示器之直下型背光效能最佳化

Max. Uniformity(x)

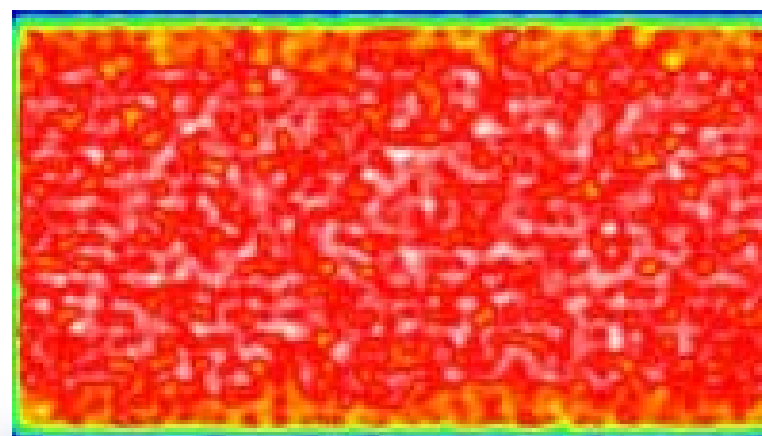
s.t. Brightness(x)=1



使用 Speos 光學模擬軟體



$h=12.2\text{mm}, A=25^\circ$ 的模擬結果



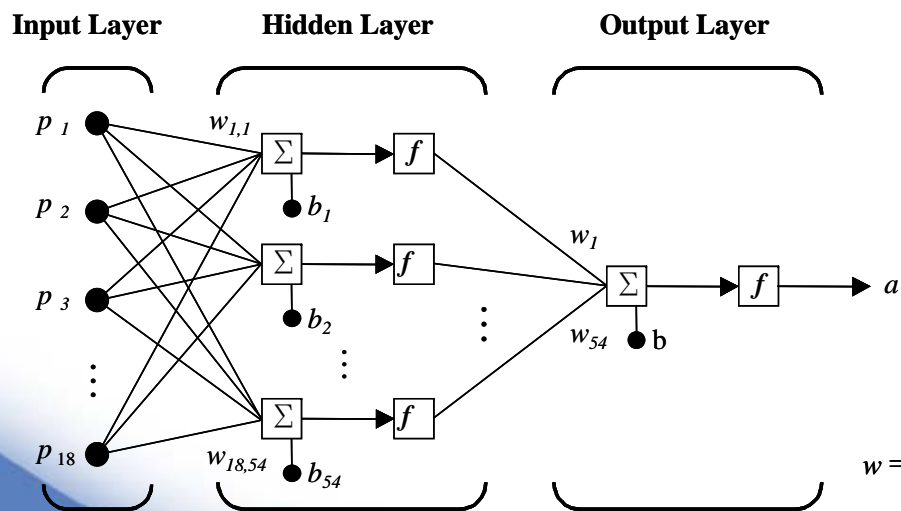
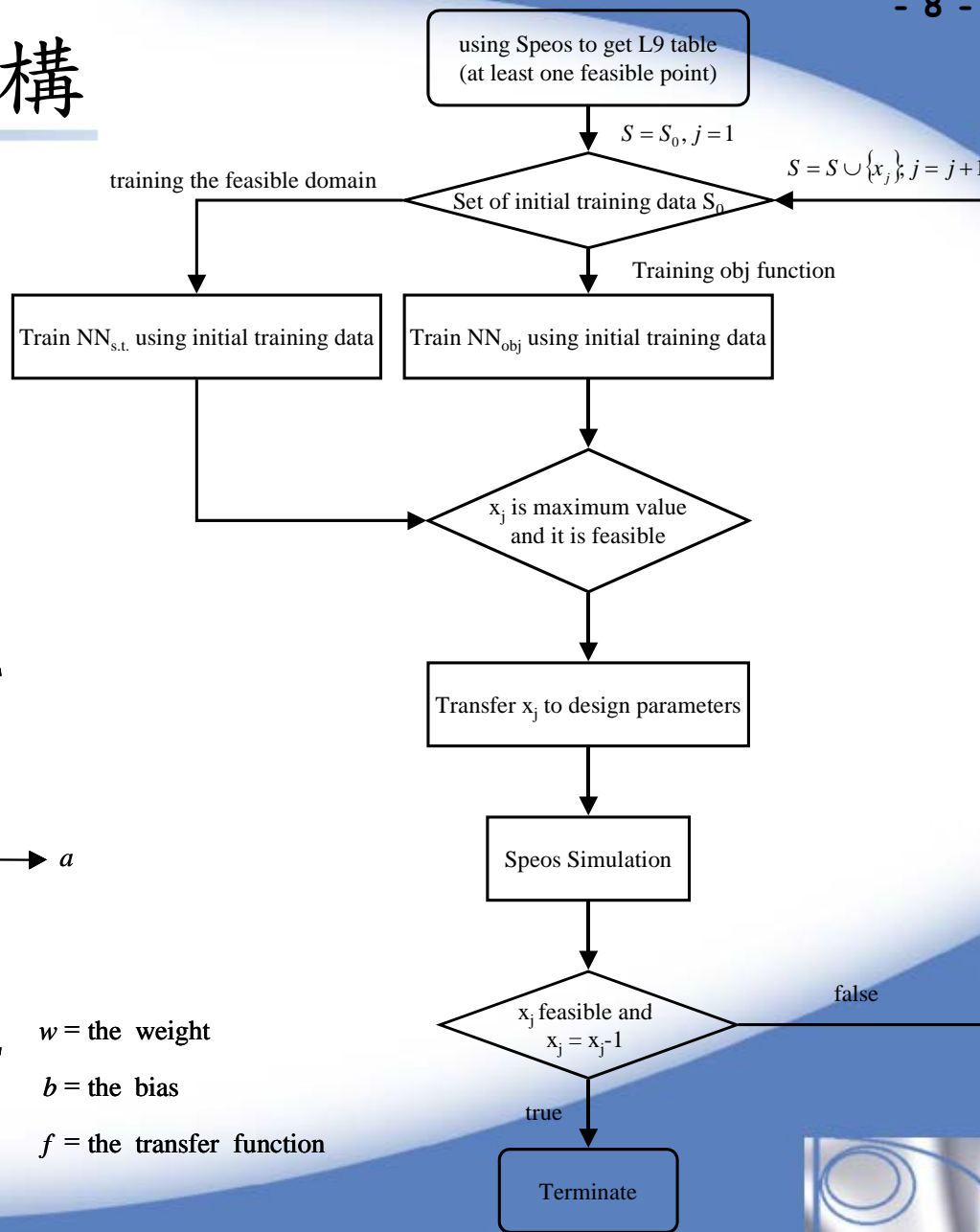
$h=12.2\text{mm}, A=35^\circ$ 的模擬結果

以100萬條光線模擬，P4-3.0G/1G RAM
約需40分鐘。

$$Error = \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Error	Rays
100.0%	1
31.5%	10
10.0%	100
3.2%	1000
1.0%	10000

本研究的SNA法架構



w = the weight
 b = the bias
 f = the transfer function



目標函數與限制條件的訓練

Input layer

	12.2	14.2	16.2	18.2	20.2	22.2	24.2	26.2	28.2
<i>h</i>	○	○	○	○	○	X	X	X	X
	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45
<i>A</i>	○	○	○	○	○	X	X	X	X

Output layer

0.703

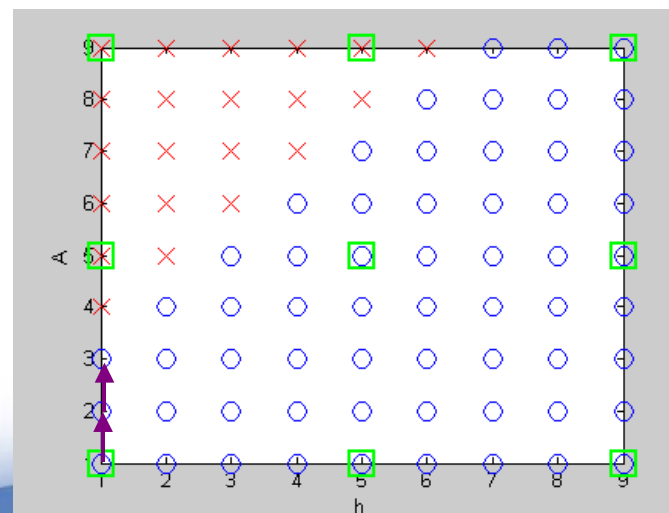
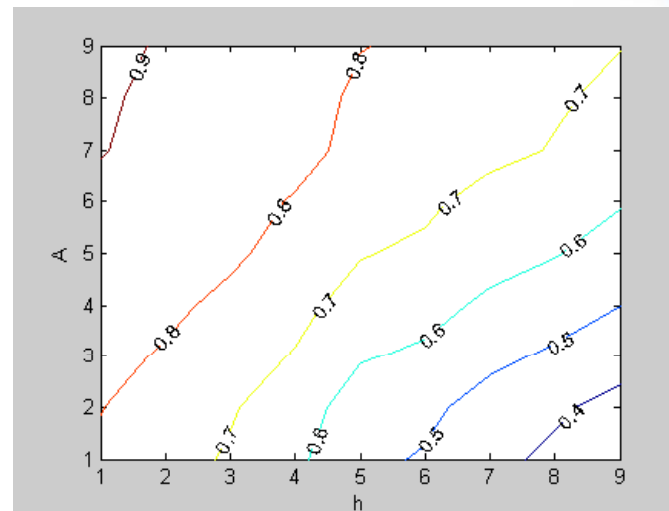
Input layer

	12.2	14.2	16.2	18.2	20.2	22.2	24.2	26.2	28.2
<i>h</i>	○	○	○	○	○	X	X	X	X
	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5	45
<i>A</i>	○	X	X	X	X	X	X	X	X

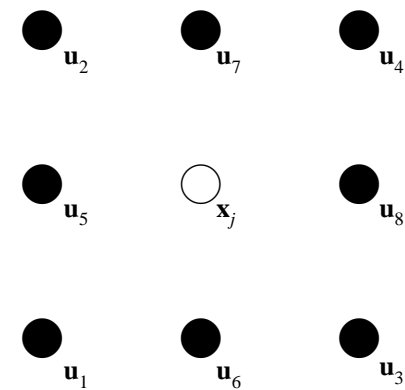
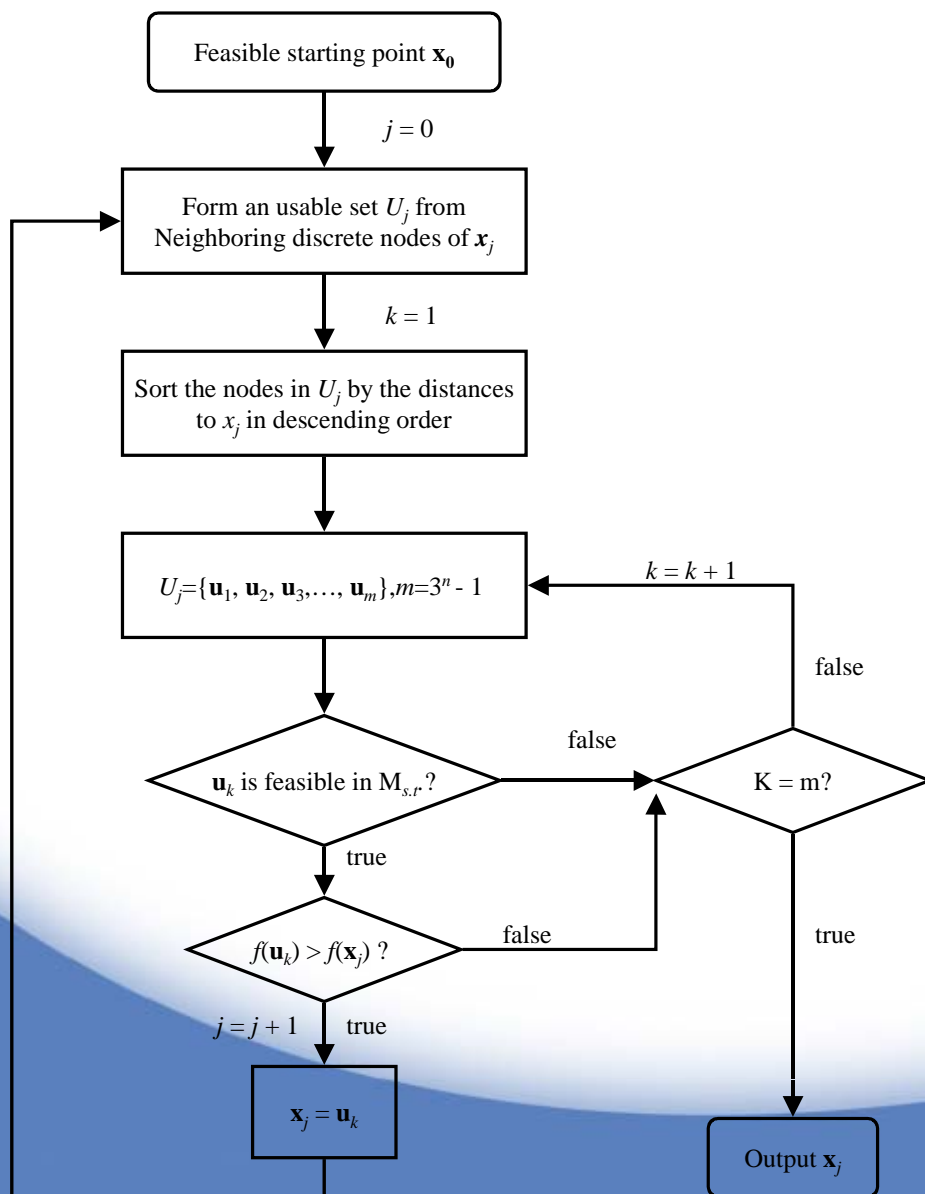
Output layer

○

(feasible)



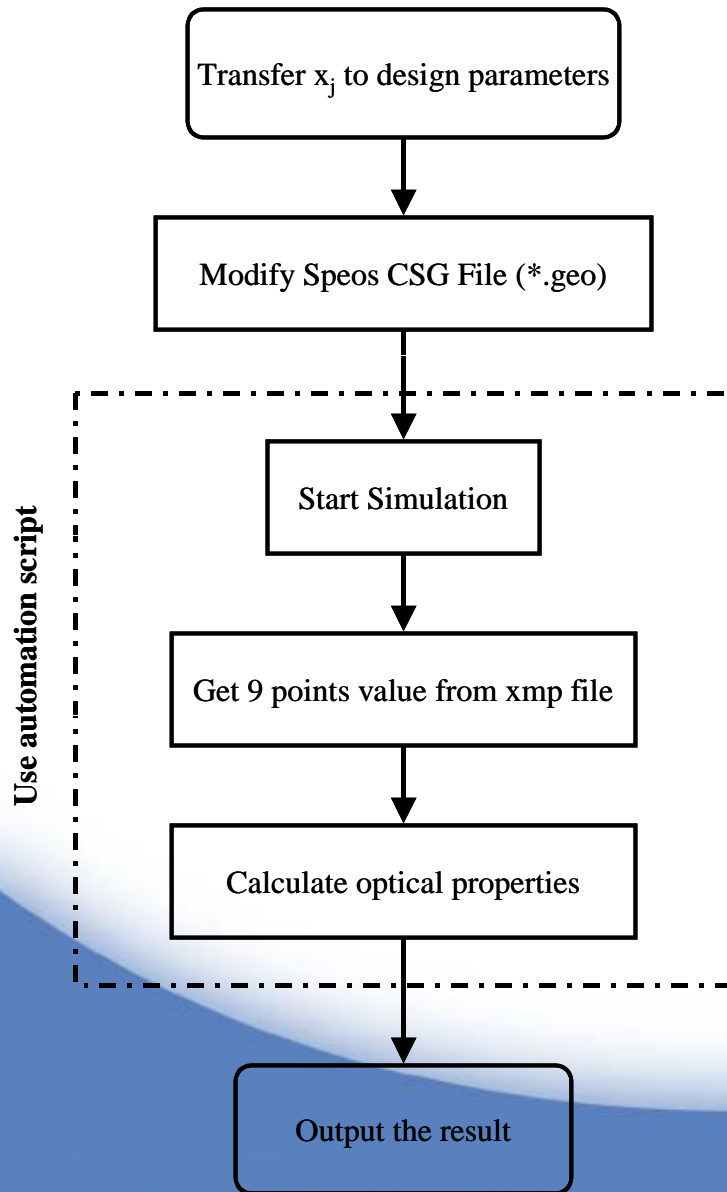
搜尋演算法



U_j 的排序方式，以 $n = 2$ 為例



光學模擬軟體的操控



```

#eval ref_to_diff_plate 12.20 ;定義底反射片至擴散板的高度h
#eval ref_up_angle 85.00 ;定義反射片的斜角A
#eval ccfl_ref 8.00
;-----擴散板
#eval diffuser_plate_thickness 2 ;擴散板厚度
#eval diffuser_plate_position ref_to_diff_plate+diffuser_plate_thickness/2 ;擴散板高度
#eval diffuser_plate_L VA_X+20
#eval diffuser_plate_W VA_Y+20
DECLARE PARALLELEPIPED diffuser_plate
BEGIN diffuser_plate
  Position = 0 0 diffuser_plate_position
  Vector_I = 1 0 0
  Vector_J = 0 1 0
  DimensionX = diffuser_plate_L
  DimensionY = diffuser_plate_W
  DimensionZ = diffuser_plate_thickness
  Surface = SIMPLE_SCATTERING_TRANSMISSION_ONLY 30.000000 10.000000 80.000000 25.000000
  Material = BASIC_MATERIAL POLYCARBONATE 1.58500 8.25e-003
  Color = 3
END
  
```

9 Points Data

	X1=281	X2=0	X3=281	
Y1=158.8	P1=8,155	P2=8,189	P3=7,720	AV=397
Y2=0	P4=7,945	P5=7,953	P6=7,755	
Y3=-158.8	P7=8,157	P8=8,400	P9=8,306	
	AH=702.5			

Uniformity & luminance

Center Luminance	7,953
9 Points Luminance	8,064.4
9 pts Uniformity	91.9 %

2變數的直下型背光設計案例

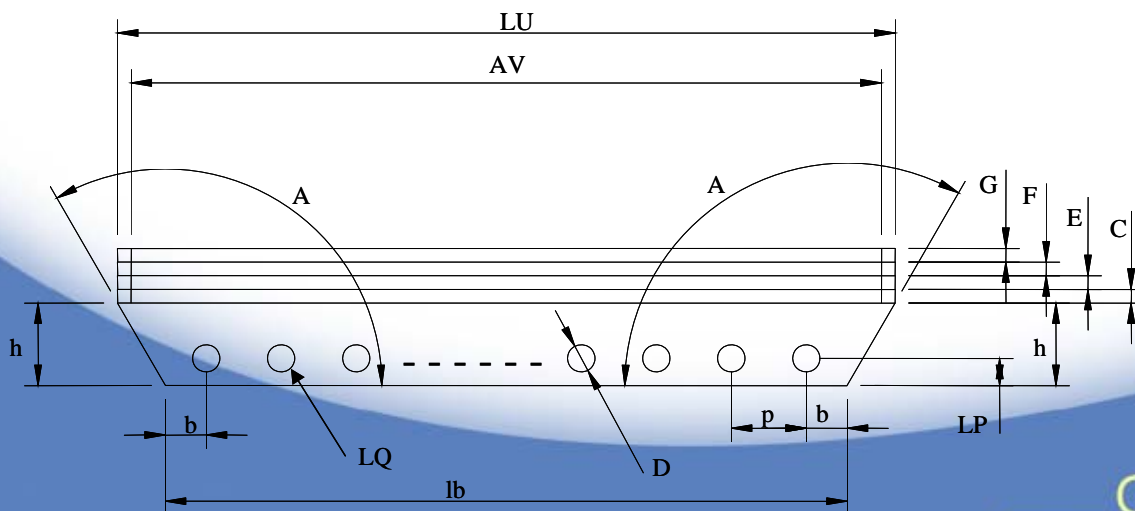
max. Uniformity(\mathbf{x})
 s.t. Brightness(\mathbf{x})=1

模擬	L9直交表		h	A
1	1	1	12.2	25
2	1	2	12.2	35
3	1	3	12.2	45
4	2	1	20.2	25
5	2	2	20.2	35
6	2	3	20.2	45
7	3	1	28.2	25
8	3	2	28.2	35
9	3	3	28.2	45

$h = \{ 12.2, 14.2, 16.2, 18.2, 20.2, 22.2, 24.2, 26.2, 28.2 \}$

$A = \{ 25, 27.5, 30, 32.5, 35, 37.5, 40, 42.5, 45 \}$

9x9=81種可能組合

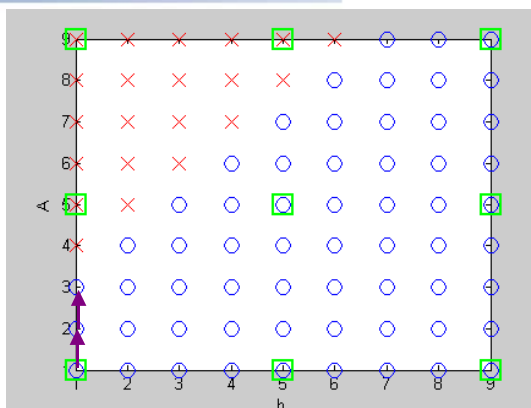
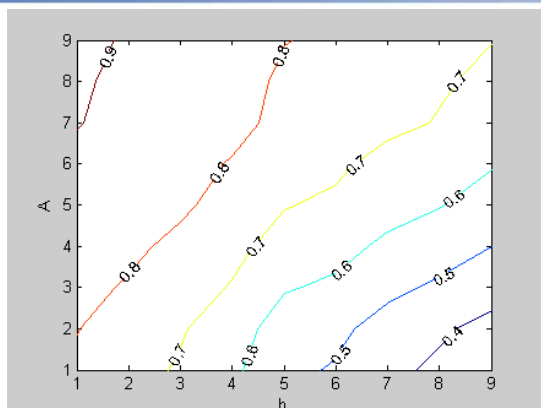


光學模擬軟體計算出的9組光學數據

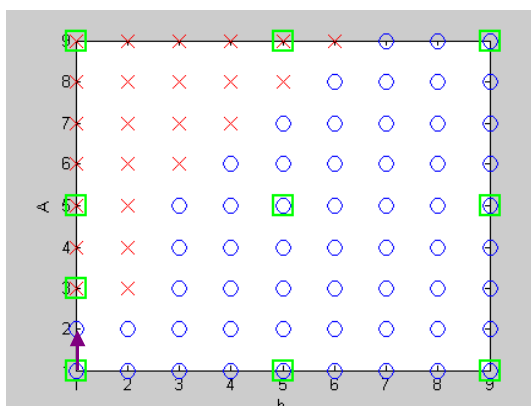
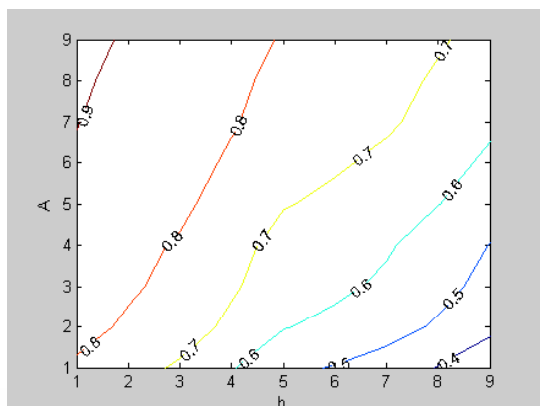
	模擬1	模擬2	模擬3	模擬4	模擬5	模擬6	模擬7	模擬8	模擬9
P1	7441	8106	8017	5234	6486	7174	3712	5399	6276
P2	7310	8276	8241	5312	6741	7315	3938	5585	6490
P3	7423	7960	8026	5358	6559	7204	3767	5453	6326
P4	9041	8811	8396	9917	9129	8713	10696	9620	9003
P5	9154	8846	8668	10306	9221	8913	10988	9842	9187
P6	9075	8788	8513	9810	9057	8605	10686	9496	8966
P7	7360	8181	8164	5454	6573	7186	3724	5446	6404
P8	7557	8195	8207	5336	6778	7180	3944	5584	6444
P9	7546	8114	8083	5274	6536	7164	3770	5446	6387
中心輝度	9154	8846	8668	10306	9221	8913	10988	9842	9187
最小輝度	7310	7960	8017	5234	6486	7164	3712	5399	6276
最大輝度	9154	8846	8668	10306	9221	8913	10988	9842	9187
9點均勻性	79.9%	90.0%	92.5%	50.8%	70.3%	80.4%	33.8%	54.9%	68.3%
9點平均輝度	7990	8364	8257	6889	7453	7717	6136	6875	7276



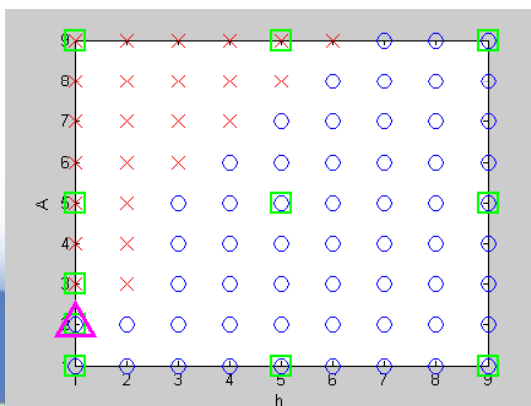
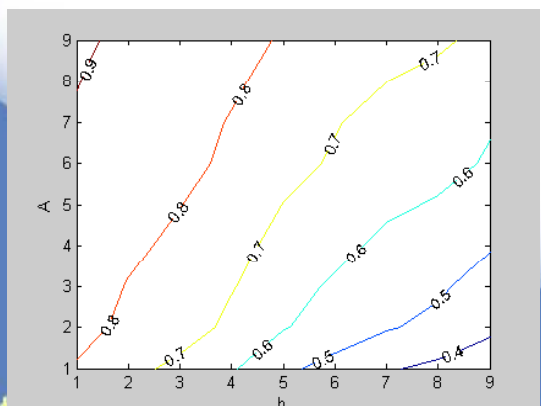
目標函數與可行區間的訓練



第一次迭代訓練的目標函數與搜尋路徑



第二次迭代訓練的目標函數與搜尋路徑

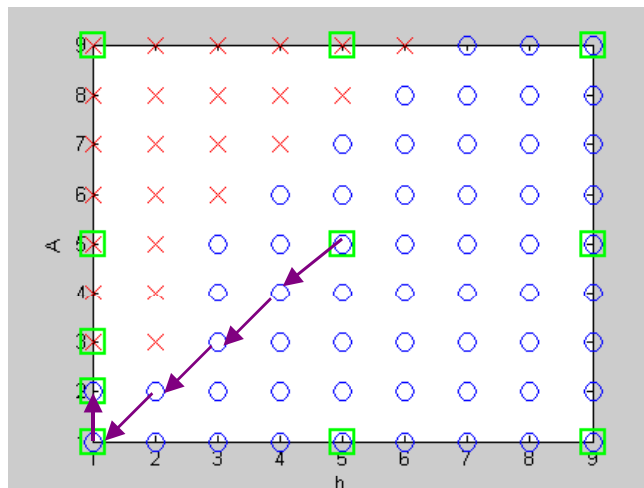


第三次迭代訓練的目標函數與搜尋路徑



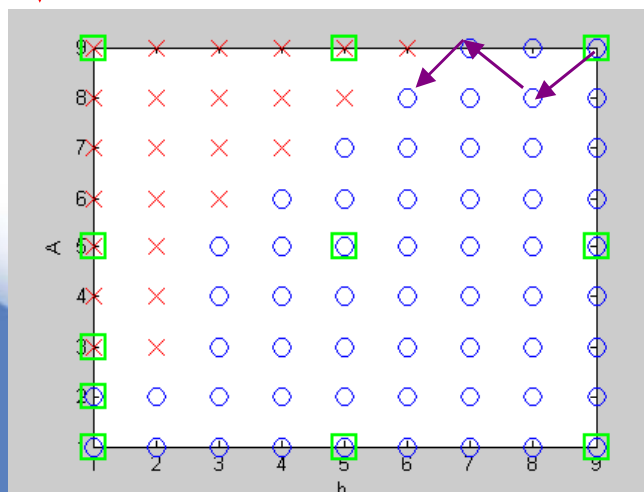
確認設計點為全域最佳點

由點(20.2, 25) 到點 (20.2, 30)

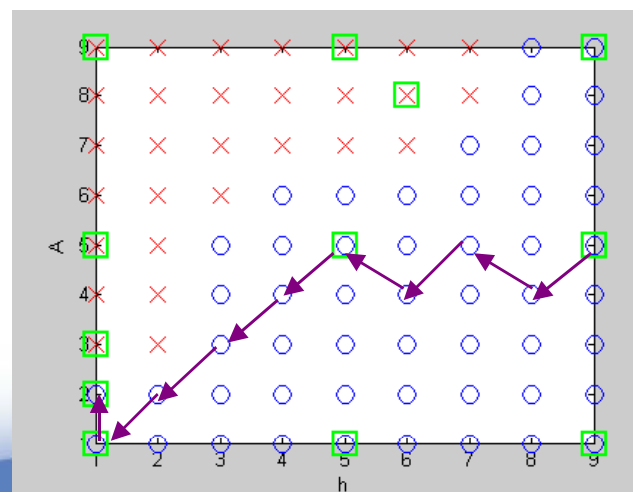


在收斂後的DOMAIN中，由可行區域中的原始訓練點做為起點，逐一搜尋，並確認目標函數值

由點(28.2, 45)至點(22.2, 42.5)

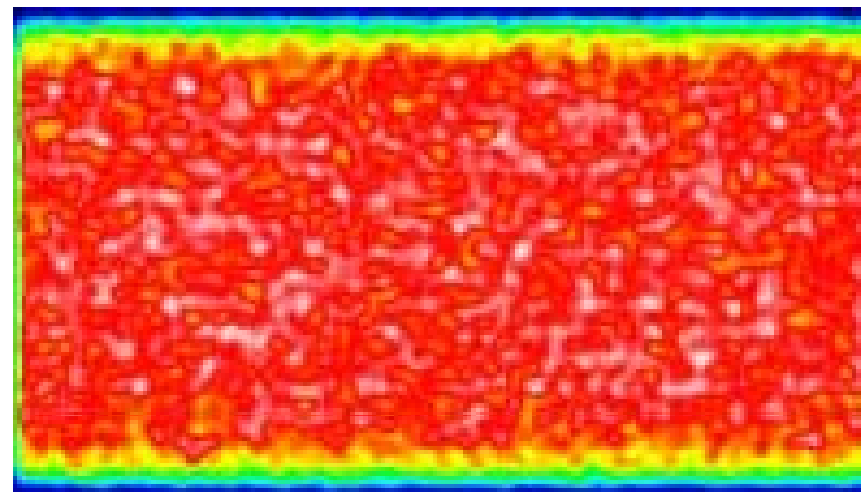
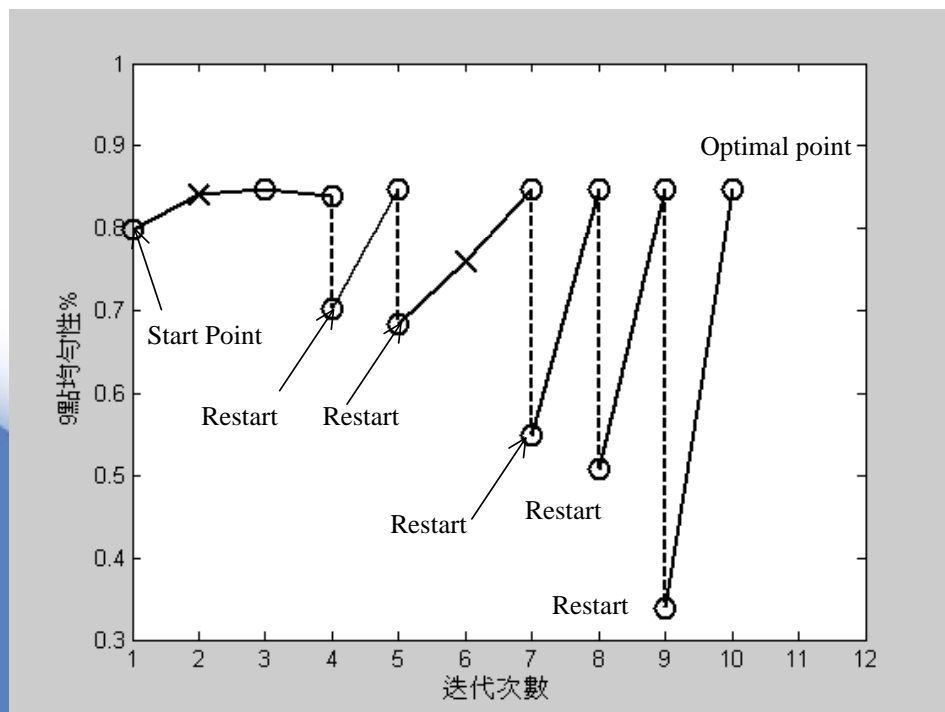


由點(28.2, 35)至點(12.2, 27.5)



2變數的直下型背光設計案例

迭代次數	h (mm)	A°	9點均勻性	中心輝度lux	Feasible
1(Start Point)	12.2	25	0.799	9154	Y
2	12.2	30	0.841	8985	N
3	12.2	27.5	0.847	9052	Y
4	12.2	27.5	0.84	9101	Y
5(restart)	12.2	27.5	0.847	9052	Y
6(restart)	22.2	42.5	0.759	8915	N
7	12.2	27.5	0.847	9052	Y
8(restart)	12.2	27.5	0.847	9052	Y
9(restart)	12.2	27.5	0.847	9052	Y
Optimal Point	12.2	27.5	0.847	9052	Y

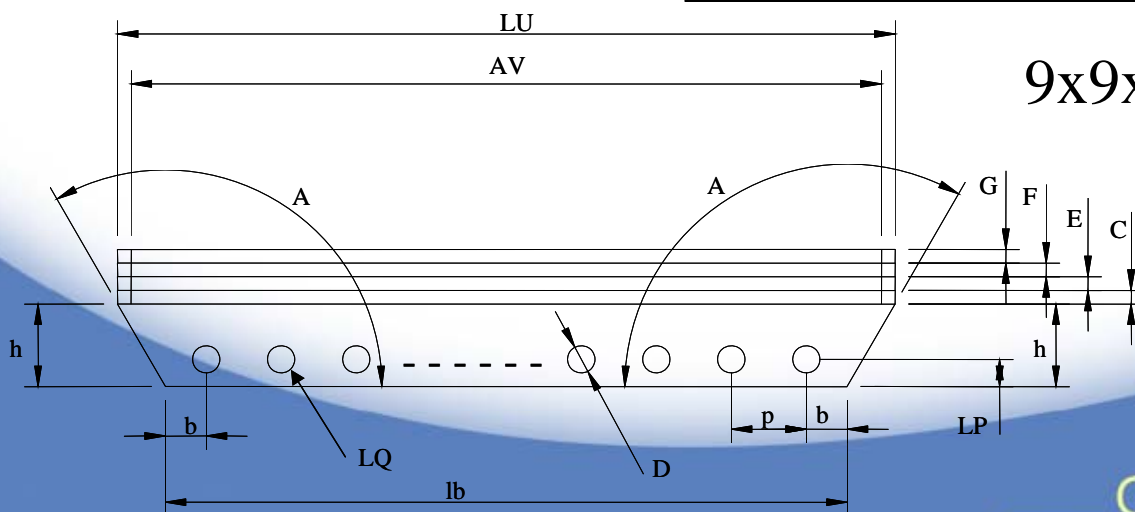


4變數的直下型背光設計案例

max. Uniformity(\mathbf{x})
 s.t. Brightness(\mathbf{x})=1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h (mm)	12.2	14.2	16.2	18.2	20.2	22.2	24.2	26.2	28.2
b (mm)	4	6	8	10	12	14	16	18	20
LP (mm)	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
A (°)	30	35	40	45	50	55	60	65	70

模擬	L9直交表				h	b	LP	A	OBJ	Feasible
1	1	1	1	1	12.2	4	3.5	30	0.816	N
2	1	2	2	2	12.2	12	5.5	50	0.923	N
3	1	3	3	3	12.2	20	7.5	70	0.918	N
4	2	1	2	3	20.2	4	5.5	70	0.949	N
5	2	2	3	1	20.2	12	7.5	30	0.6	Y
6	2	3	1	2	20.2	20	3.5	50	0.672	Y
7	3	1	3	2	28.2	4	7.5	50	0.832	N
8	3	2	1	3	28.2	12	3.5	70	0.329	Y
9	3	3	2	1	28.2	20	5.5	30	0.331	Y



$9 \times 9 \times 9 \times 9 = 6561$ 種可能組合



9個初始訓練點的光學模擬結果

	模擬1	模擬2	模擬3	模擬4	模擬5	模擬6	模擬7	模擬8	模擬9
P1	7466	8303	8084	7999	6088	6345	7386	3686	3686
P2	7541	8349	8214	8208	6022	6403	7517	3797	3895
P3	7563	8049	8305	7956	5937	6391	7333	3713	3816
P4	8581	8531	8791	8201	9827	9041	8655	10952	10859
P5	8821	8648	8802	8242	9885	9259	8779	11194	11139
P6	8752	8417	8750	8283	9803	9200	8672	10796	10789
P7	7260	7984	8215	8063	6011	6221	7306	3692	3750
P8	7460	8082	8265	8211	6035	6561	7474	3880	3906
P9	7196	7983	8215	7861	5930	6413	7590	3679	3735
中心輝度	8821	8648	8802	8242	9885	9259	8779	11194	11139
最小輝度	7196	7983	8084	7861	5930	6221	7306	3679	3686
最大輝度	8821	8648	8802	8283	9885	9259	8779	11194	11139
9點均勻性	81.6%	92.3%	91.8%	94.9%	60.0%	67.2%	83.2%	32.9%	33.1%
9平均輝度	7849	8261	8405	8114	7282	7315	7857	6154	6175



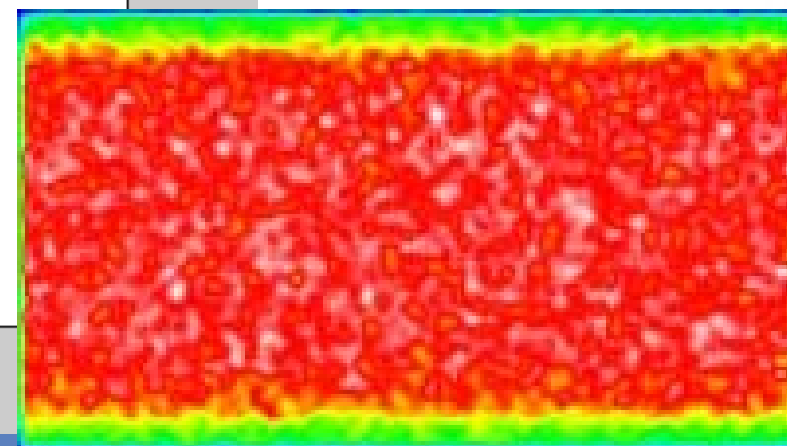
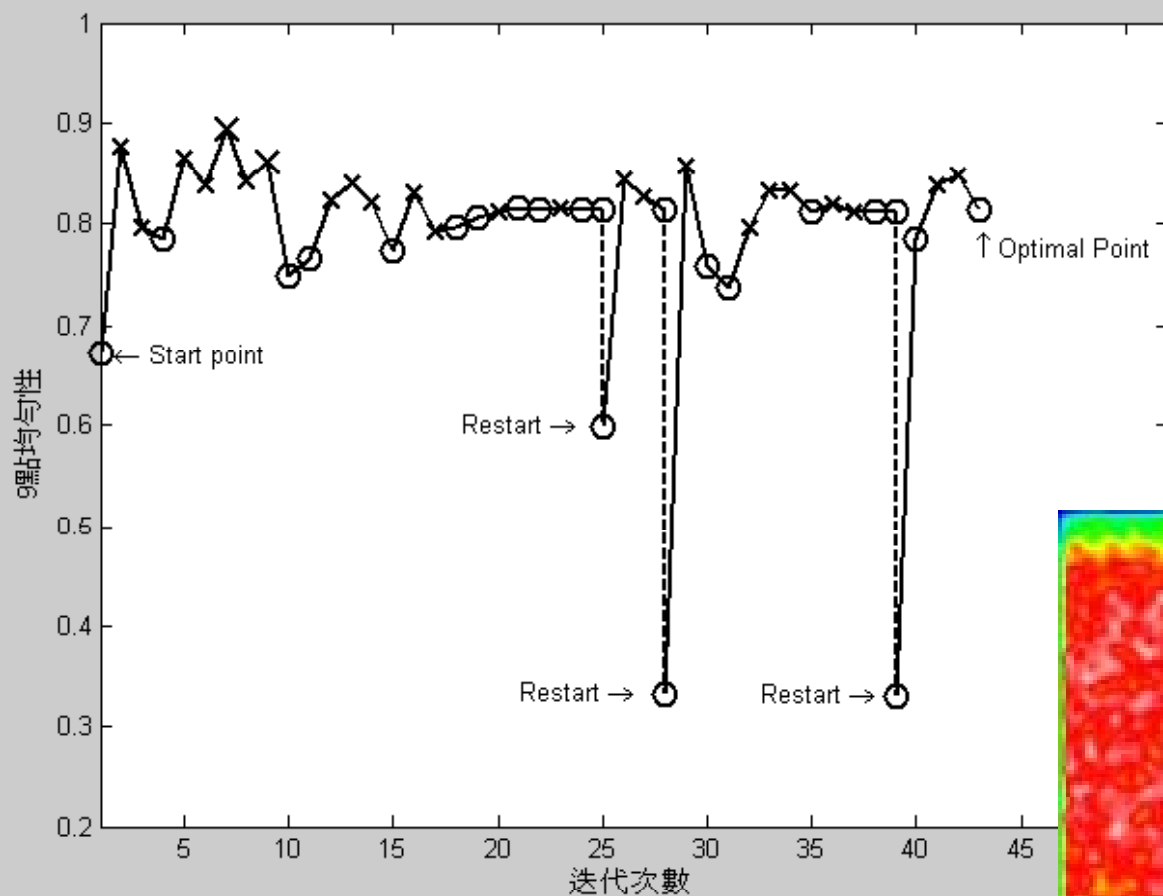
4變數案例迭代過程之歷史紀錄

迭代次數	h	b	LP	A	9點均勻性	中心輝度	Feasible
1(start point)	20.2	20	3.5	50	0.672	9259	Y
2	18.2	20	7.5	70	0.877	8933	N
3	20.2	6	5.5	40	0.797	8920	N
4	14.2	18	4.0	50	0.785	9116	Y
5	14.2	16	5.0	55	0.866	8816	N
6	12.2	18	4.5	50	0.840	8920	N
7	12.2	12	4.0	50	0.896	8720	N
8	14.2	20	4.0	70	0.844	8862	N
9	14.2	14	4.0	55	0.862	8739	N
10	16.2	20	4.0	55	0.750	9133	Y
11	14.2	20	4.0	50	0.766	9136	Y
12	12.2	18	4.0	50	0.825	8966	N
13	14.2	14	4.0	50	0.842	8852	N
14	14.2	20	4.0	60	0.823	8879	N
15	18.2	16	5.5	50	0.774	9115	Y
16	14.2	18	3.5	60	0.831	8859	N
17	14.2	18	4.0	55	0.794	8969	N
18	12.2	20	3.5	50	0.798	9100	Y
19	12.2	20	4.0	50	0.807	9011	Y
20	12.2	20	3.5	55	0.812	8908	N
21	12.2	20	6.0	50	0.817	9092	Y
22	12.2	20	5.5	50	0.814	9072	Y
23	12.2	20	5.0	50	0.817	8956	N
24	12.2	20	5.5	50	0.814	9152	Y
25	12.2	20	5.5	50	0.814	9152	Y

26(restart)	18.2	10	5.5	50	0.846	8915	N
27	12.2	20	7.5	50	0.828	8949	N
28	12.2	20	5.5	50	0.814	9152	Y
29(restart)	16.2	12	4.0	50	0.859	8654	N
30	20.2	14	4.5	50	0.759	9114	Y
31	16.2	12	4.5	35	0.737	9306	Y
32	16.2	14	3.5	50	0.798	8876	N
33	12.2	20	4.5	50	0.833	8950	N
34	18.2	12	5.5	50	0.834	8946	N
35	14.2	16	4.0	50	0.812	9009	Y
36	20.2	10	5.5	50	0.820	8922	N
37	20.2	12	5.5	50	0.812	8947	N
38	14.2	16	4.0	50	0.812	9009	Y
39	14.2	16	4.0	50	0.812	9009	Y
40(restart)	16.2	16	4.5	50	0.786	9196	Y
41	18.2	16	4.0	65	0.840	8837	N
42	14.2	16	4.5	50	0.850	8789	N
Optimal Point	12.2	20	5.5	50	0.814	9152	Y



4變數的直下型背光設計案例



Optimal Design Lab.

最佳化設計實驗室

結論

- 將內隱形式目標函數與限制條件利用類神經網路模擬近似值與可行領域，再配合搜尋演算法，成功利用在直下型背光光學的最佳化問題。
- 原假設目標函數為外顯形式的SNA法，亦可以使用內隱式的目標函數，對於未來使用SNA法更具一般性。
- 利用此法在光學模擬設計上將可節省許多時間、人力與金錢。
- 使用本研究的方法需注意模擬軟體的精確度。



未來工作

- 由2變數及4變數例子的結果，可以發現變數 h 與輝度有直接的關係，但是設計應用上 h 的尺寸需考量結構限制與溫度的影響，
- h 與擴散板的光學特性搭配亦需被進一步的研究。
- 本研究僅將尺寸最為設計變數，未來研究上應將材料性質加入設計變數。



Thanks for Your Attention.

The End

