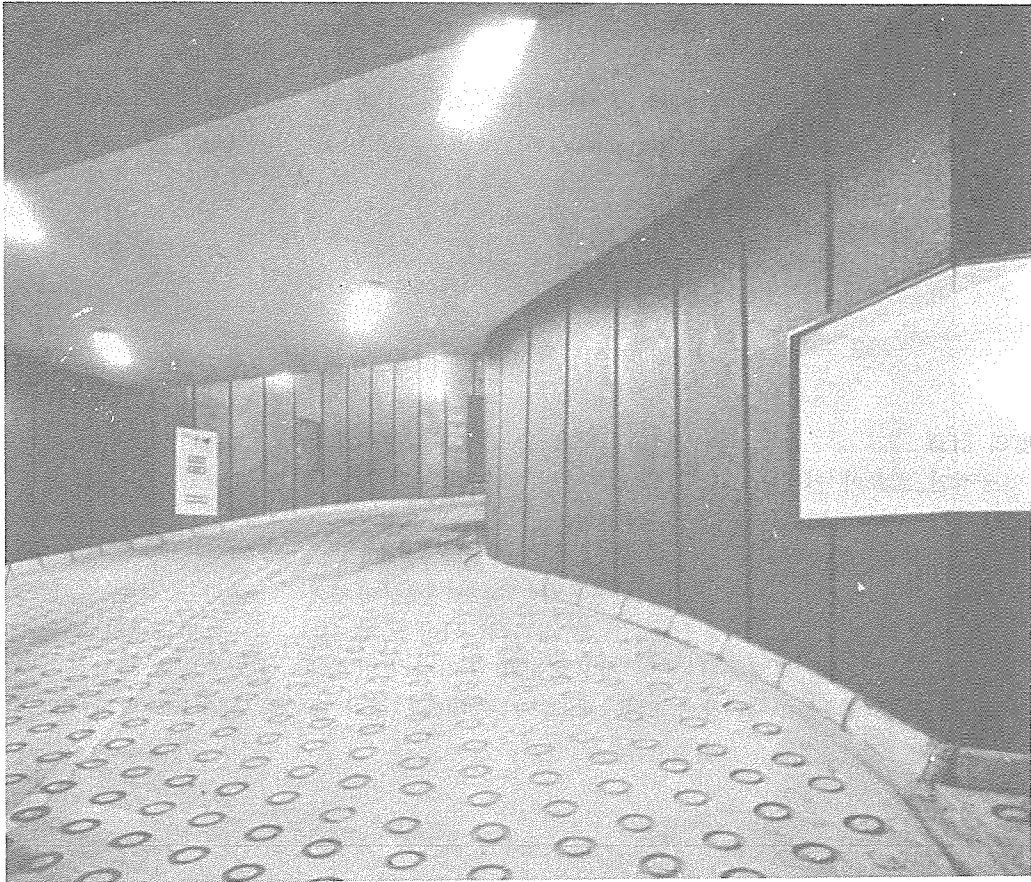


設計의 컴퓨터 手法 <連載 4>

<資料: 飯塚英雄 著・設計의 컴퓨터手法에서>



自動車の 回轉空間

4.1. 自動車の 運動

오늘날에는 대부분의 건축이 자동차와 관계 있다고 볼 수 있으며, 주택에는 차고가 있고 모든 건축은 자동차에 의한 어프로치를 가지고 있다. 주차건물·버스 터미널·주유소·드라이브 인 등 자동차를 위한 건축이 적지 않다. 이것들의 건축설계를 할 때 자동차의 走行스페이스가 어느 만큼 필요한가 하는 것이 중요한 설계자료이다.

자동차가 회전할 때 필요한 스페이스는 지금까지는 圓弧로서 생각하였으나, 이것으로는 자동차를 실제로 운전해서 필요로 하는 공간과 맞지

않는 경우가 있다. 차는 먼저 똑바로 달려와서 핸들을 꺾으면서 회전하고 핸들을 되풀면서 다시 직선운동으로 되돌린다. 이때의 차의 속도를 바꾸지 않으면 차의 軌跡은 圓弧가 아니다. 그러면 어떤 曲線이 필요한가. 交通工學의 책을 참고로 생각해본다.

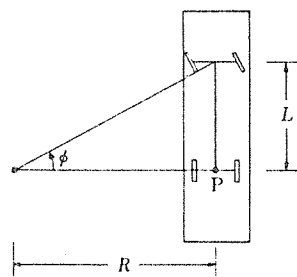


圖 4.1. 自動車の 回轉運動

보통, 자동차의 뒷바퀴는 車軸에 직각으로 부착되어 있다. 차를 회전시키는 것은 앞바퀴의 각도를 바꾸어 나간다. 뒷바퀴 축의 연장선과 앞바퀴의 중심점으로부터 앞바퀴 방향의 직각 방향으로 그은 직선의 교점이 차의 회전중심이다(그림 4.1 참조).

자동차의 핸들 회전각을 ϕ 로 하고 차의 操向角(차체의 중심축으로부터 앞바퀴가 경사진 각)을 θ 로 하면 이 사이에는 대체로 비례관계가 있는데 $\theta = a_0 \tan \phi \approx a_0 \phi$ (4.1)로 나타낸다. a_0 는 핸들率이라 하고 車種에 따라 정해지는 定數이나 보통의 차에서는 20~35 정도로 하고 있

다.

차의 앞바퀴와 뒷바퀴의 거리를 L 로 하면 회전반경 R 로 차가 회전할 때,

$$R = L / \tan \phi = a_0 L / \psi \quad (4.2)$$

의 식이 얻어진다.

지금 자동차가 일정한 속도 v_0 (m/초)로 주행하고 있고 핸들을 일정한 비율 ω (rad/초)로 꺾었다고 하자. 핸들을 회전시키기 시작하면서 부터 t 초간에 달린 거리 S 는

$$S = v_0 t \quad (4.3)$$

으로 되고 t 초 후의 핸들각 ψ 는,

$$\psi = \omega t \quad (4.4)$$

가 된다.

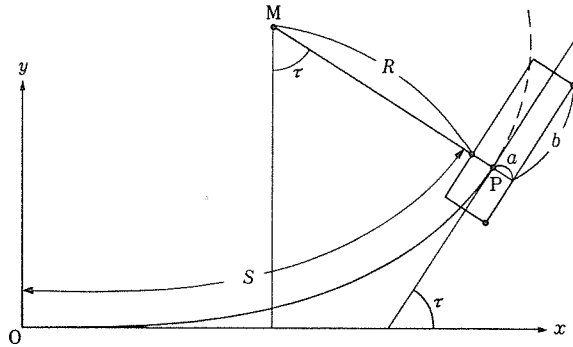


圖 4.2. 後車軸中心 P의 軌跡

식(4.2) · 식(4.3) · 식(4.4)로부터
 $RS = a_0 L v_0 / \omega \quad (4.5)$
 이 식의 우변은 일정치이고 좌변은 곡률반경 R 과 곡線長 S 의 積인 것이다.

O : 그로소이드原點, M : 그로소이드曲線上的 P 점에 있어서의 곡률중심, R : P 점에 있어서의 曲率半徑, τ : P 점에 있어서의 接線角, S : 그로소이드曲線長

晝光照度の計算과 照度分布圖

5.1. 晝光照度の計算

전등과 같은 인공적인 光源이 아닌 태양의 빛이 대기층에서 散亂되면서 지표에 이르는 것을 晝光이라고 하나 이 晝光에 의해 실내의 조도를 생각할 때 보통 天空全體를 光源으로 보게 된다.

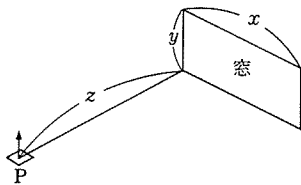


圖 5.1.

그림 5.1과 같이 폭 x , 높이 y 의 창의 左下隅로부터 실내에의 거리 z 만큼 떨어진 점 P 의 水平面照度 E 는 식(5.1)과 같이 계산된다.

$$E = E_s \tau m R \frac{1}{2\pi} \left(\tan^{-1} \frac{x}{z} - \frac{2}{\sqrt{z^2 + y^2}} \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{z^2 + y^2}} \right) \quad (5.1)$$

여기에서 E_s = 全天空照度

τ = 창의 투과율

m = 창의 보수율

R = 창면적의 유효율

공장이나 체육관과 같이 천정이 설치되어 있지 않고 내부면으로 부터의 반사가 무시되는 경우, 晝光에 의한 실내의 조도는 이 식에 의해 계산해도 좋을 것이다. 적어도 窓面의 배치에서 適不適의 판단에는 이 정도의 계산으로도 유익한 것으로 생각된다.

위의 식은 수직인 창의 경우이나,

공장에는 天窗 등 수평이나 경사진 창이 있으며 이들에 대하여도 똑같은 조도의 식이 알려져 있으므로 그것에 의해 공장의 作業面 등의 조도 분포가 계산된다. 손으로 계산하기에는 식(5.1)은 대단히 어려운 것으로서 보통 계산도표가 준비되어 있으나 창이 많을 때 등에는 이것도 쉽지 않다.

따라서 컴퓨터에서는 이러한 식의 계산은 극히 짧은 시간에 가능하다. 공장 전체에 대하여 예를 들면 1m 간격의 그릿드(격자) 점의 조도를 계산하는 것은 쉽다.

그림 5.2와 같은 공장의 일부의 조도분포를 계산한 결과가 그림 5.3에 나타나고 있다(10. <실제의 프로그램 예> 참조).

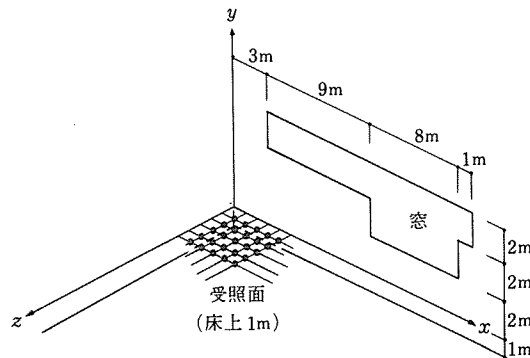


圖 5.2.

23.	33.	46.	61.	77.	91.	102.	112.	123.	137.	161.	204.	267.	329.	368.	385.	388.	378.	352.	303.	228.	150.	94.	58.	37.
41.	57.	76.	103.	126.	151.	170.	187.	205.	227.	261.	313.	381.	447.	493.	515.	518.	503.	466.	403.	316.	224.	151.	99.	66.
52.	71.	94.	121.	146.	173.	195.	215.	236.	260.	292.	335.	386.	434.	469.	487.	488.	471.	436.	381.	310.	235.	169.	118.	82.
57.	75.	97.	121.	146.	169.	191.	211.	231.	253.	280.	311.	345.	376.	399.	411.	409.	395.	366.	323.	271.	215.	163.	120.	88.
57.	73.	92.	112.	133.	154.	173.	191.	209.	228.	248.	270.	292.	312.	326.	333.	330.	317.	295.	264.	226.	185.	147.	113.	86.
55.	68.	83.	100.	117.	134.	150.	166.	181.	196.	211.	227.	242.	254.	263.	266.	262.	252.	235.	212.	185.	156.	128.	102.	80.
51.	62.	74.	88.	102.	115.	128.	141.	153.	165.	177.	188.	198.	206.	211.	212.	209.	201.	188.	171.	151.	130.	109.	90.	73.
46.	56.	66.	76.	87.	98.	109.	119.	129.	138.	147.	155.	162.	167.	170.	170.	167.	161.	151.	139.	124.	109.	93.	78.	65.
42.	49.	57.	66.	75.	83.	92.	100.	108.	115.	122.	128.	133.	136.	138.	137.	135.	130.	122.	113.	102.	91.	79.	68.	57.
38.	44.	50.	57.	64.	71.	78.	85.	91.	96.	102.	106.	109.	112.	113.	112.	110.	106.	100.	93.	85.	76.	67.	59.	51.
34.	39.	44.	50.	55.	61.	66.	72.	76.	81.	85.	88.	91.	92.	93.	92.	90.	87.	83.	77.	71.	64.	58.	51.	44.
30.	35.	39.	43.	46.	52.	57.	61.	65.	68.	71.	74.	76.	77.	77.	76.	75.	72.	69.	65.	60.	55.	50.	44.	39.
27.	31.	34.	38.	41.	45.	49.	52.	55.	58.	60.	62.	63.	64.	64.	62.	60.	58.	55.	51.	47.	43.	39.	34.	30.
25.	27.	30.	33.	36.	39.	42.	45.	47.	49.	51.	53.	54.	54.	54.	53.	51.	49.	46.	43.	40.	37.	34.	30.	27.
22.	24.	27.	29.	32.	34.	36.	38.	40.	42.	44.	45.	46.	46.	46.	45.	43.	42.	40.	37.	35.	32.	30.	27.	24.
20.	22.	24.	26.	28.	30.	32.	33.	35.	36.	38.	39.	39.	39.	38.	37.	36.	34.	32.	30.	28.	26.	24.	21.	18.
18.	20.	21.	23.	25.	26.	28.	29.	30.	32.	32.	33.	34.	34.	34.	34.	33.	32.	31.	30.	28.	27.	25.	23.	21.
16.	18.	19.	20.	22.	23.	24.	25.	27.	27.	28.	29.	29.	29.	29.	29.	29.	29.	28.	27.	26.	25.	23.	22.	19.
15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	24.	24.	23.	22.	21.	19.	18.	17.	15.
13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	21.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	22.	21.	21.	20.	19.	18.	17.	16.

圖 5.3. 晝光照度計算의 결과 프린트

건축계획에서 필요한 것은 각 점의 조도가 몇 룩스일까 하는 엄밀한 수치보다 실험체의 밝기가 충분한가, 어떤가, 필요한 개소의 명암의 차이가 없는지, 등의 조도분포를 전체적으로 확인하여야 한다. 그렇다면 그림 5.3과 같은 조도를 표시하는 수치의 나열로서는 약간 알기가 어렵다. 그래서 조도분포를 한눈으로 알 수 있게 표현하는 방법을 다음에 표시하여 보자.



圖 5.4. 晝光照度 분포도

프린터에 의한 出力, 1과 프린터로서 어떤 부분은 50룩스 이상, 100룩스까지의 범위를 나타낸다.

5.2. 프린터에 의한 照度分布圖

컴퓨터의 계산결과를 出力하는 프린터라고 하는 장치는 숫자나 알파벳, 때에 따라서는 가나다라 등의 활자를 가지고 있다. 이것을 보통과 다른 사용법으로서, 활자를 인쇄하는 부분과 공백으로서 바탕 그대로를 남겨주는 부분으로 구분해서 프린터 용지 일면에 圖形을 그리는 방식을 진행한다.

이 방식에 따라 먼저 조도계산의 결과를 圖式으로서 프린터로 出力하는 것을 생각해 본다. 먼저의 예에서 그릿드 간격을 작게 하여 x 방향에 1/10m, y 방향에 1/6m로 한다.

x 방향과 y 방향에서 간격을 바꾸는 것은, 프린터의 활자 정렬방식이 보통 횡방향에 1인치당 10文字, 종방향에 1인치당 6文字이기 때문이다.

각 그릿드 점의 조도 E 를 계산하고 그 값에 맞추어

$50 < E \leq 100$ 일 때 1이라는 문자를
 $150 < E \leq 200$ 일 때 2라는 문자를

:

:

E 가 상기 이외의 범위일 때 空白를 각각 印字하는 것으로 한다. 이와 같이하여 프린터로 한 결과는 그림 5.4와 같이 된다. 떨어져서 보면 縞模樣이 확실히 보이고 等照度曲線圖가 된다. 이것은 옛날부터 일기예보에 사용되는 等壓線 등에 사용된 수법이다. 이렇게 볼 때 프린터도 圖化機의 일종이라고 말해도 좋을 것이다.

5.3. 等照度曲線圖

다음에 圖化機로서 等照度曲線圖를 그리는 방법을 생각해 보자.

평면에 xy 좌표축을 설정하고 조도의 값의 크기를 z 방향에 잡으면

지도에서 보는 등고선과 같이 생각할 수 있다. 지금 그림 5.5와 같은 하나의 요소를 두고 생각해 보자. 점 1·2·3·4의 각 점의 높이를 각각 $Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4$ 라 하자.

높이 h 의 등고선이 辺 1-2를 橫切하는 것은 다음의 식이 성립할 때이다.

$$(z_1 - h)(z_2 - h) < 0 \quad (5.3)$$

즉 辺 1-2의 양단의 z 좌표 사이에 h 가 들어갈 때이다. 이때 그 辺 위에 등고선이 橫切하는 위치 ($x \cdot y$)는,

$$\left. \begin{aligned} x &= x_1 + (h - z_1)(x_2 - x_1) / (z_2 - z_1) \\ y &= y_1 + (h - z_1)(y_2 - y_1) / (z_2 - z_1) \end{aligned} \right\} (5.4)$$

인 것이다.

나머지 2辺 2-5, 5-1에 대하여도 같은 방법으로 등고선이 橫切하는가 어떤가를 조사한다. 1-2-5의 삼각형을 등고선이 橫切하면, 그 辺에서 등고선이 橫切하는 위치를 구할 수 있기 때문에 xy 投影面에 있어서 그 두점을 묶는 직선을 作圖한다. 이러한 操作을 모든 그릿드의 삼각형에 대하여 행하면 높이 h 의 등고선을 作圖할 수가 있다. 먼저 조도분포의 예에 대하여 上記의 방식으로 等照度線을 그리면 그림 5.7과 같이 된다.

부분적으로는 직선이었으나 전체로 보면 등조도 〈曲線〉으로 되어 보인다.

각 그릿드를 계산하는 순서는 左下에서 우쪽으로 진행하고 1列씩 위로 올라간다. 보통의 방법으로 作圖하였으나 펜이 움직여 作圖하는 방식의 圖化機에서는 펜의 상하 이동이 빈번하다. 그리고 시간이 걸릴 수 있다.

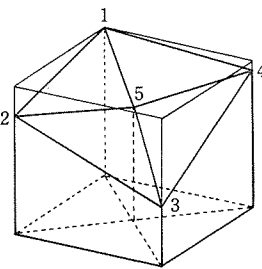


圖 5.5.

이 요소를 xy 평면에 投影했을 때의 中点에 해당되는 점을 5로 하고, 그 높이 z_5 를 네모서리 점의 평균치로 잡아 다음 식으로 나타낸다.

$$Z_5 = (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4) / 4 \quad (5.2)$$

그리하여 1-2-5, 2-3-5, 3-4-5, 4-1-5의 각 면을 평면이라고 한다면 地表面에 닿는 면은 折板으로 구성되어 있는 것 같은 형상이 된다. 지금 上記 면이 1-2-5로 되어 있는 3角柱 요소를 잡아내어 辺 1-2에 대하여 생각해 보자.

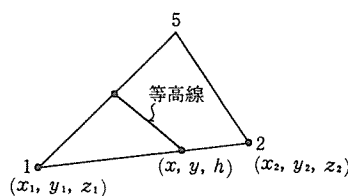


圖 5.6. 등고선의 위치

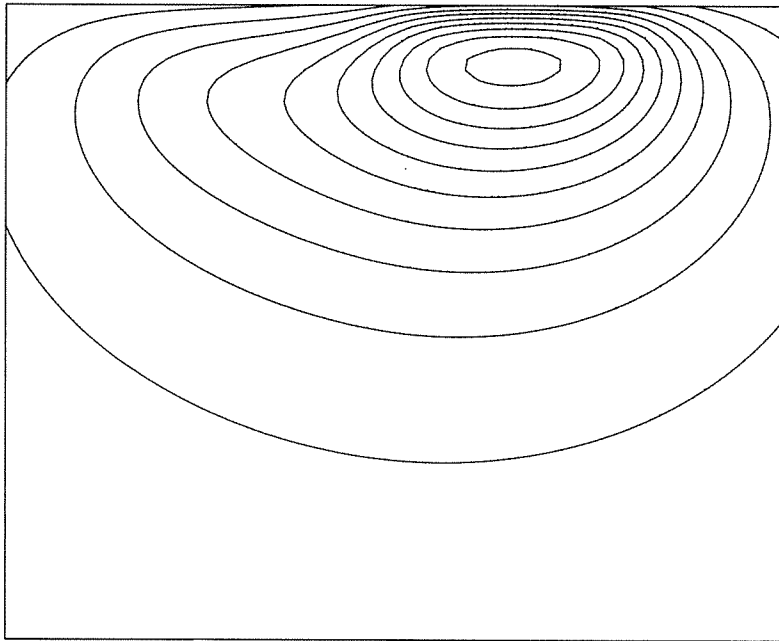


圖 5.7. 晝光照度分布圖

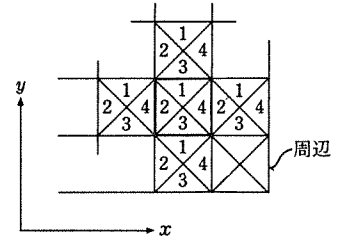


圖 5.8.

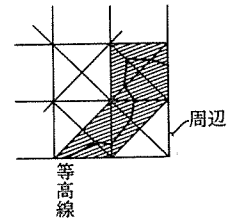


圖 5.9. 等高線の 탐색

圖化機의 出力圖, 50룩스차이 간격의 등근선이 그려져 있다.

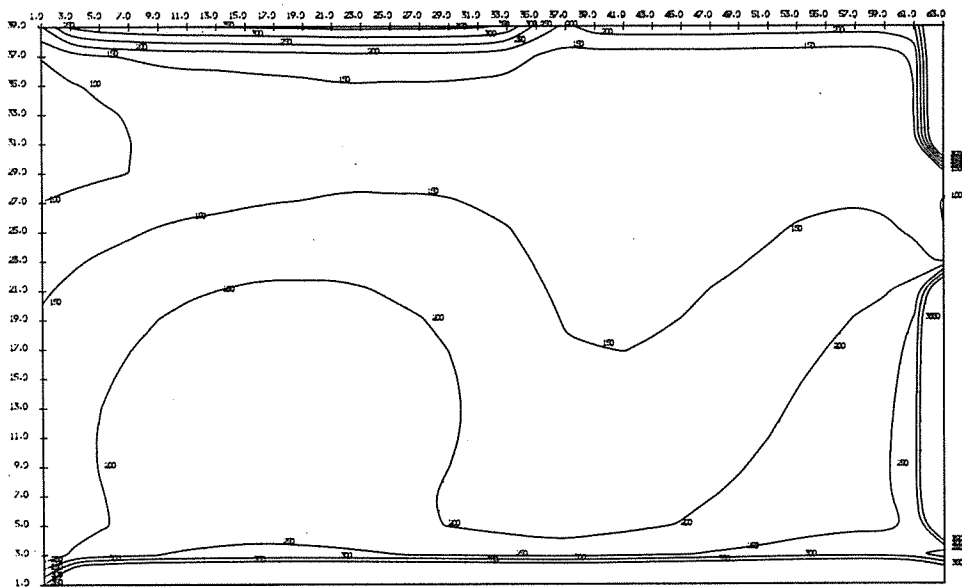


圖 5.10. 어떤 체육관의 等照度曲線圖

5.4. 等照度曲線의 探索

그릿드 순으로 등조도 곡선을 그리면 圖化機에서 시간이 절릴 수 있다.

等照度曲線上을 펜이 움직이게 컴퓨터로 준비하는 것이 이 등조도 곡선의 탐색인 것이다. 이것은 펜驅動型의 圖化機를 위해서만이 필요한 방법이며, 델레비전의 走査線과 같은 스칸型의 圖化機의 경우에는 필요없으나 수치적인 거리로서는 먼저 기술한 조도의 계산이나 등고선을 잡아내는 계산보다 복잡하고 흥미있는 테마로 되어 있다.

(1) 각 그릿드에 대하여 그림 5.8과 같은 4개의 삼각형에 대응하는 데이터 기억장소를 제로(0)로 해 둔

다.

(2) 어떤 높이 h 의 등고선을 그리므로 해서 그릿드 전체의 周辺上을 등고선이 橫切하는 가를 먼저 조사한다. 그것이 눈에 띄면 그 점을 기점으로 하여 기억해 두면서, 동시에 그 삼각형에 대응하는 데이터 기억장소에 1을 세트한다.

(3) 등고선이 橫切하는 또다른 1개의 점에 펜을 이동시킴과 동시에 그 辺에 인접하는 삼각형의 장소에 1을 세트하고 다시 같은 방식으로 처변에 나아간다. 그림 5.9와 같이 이하 순서대로 펜을 진행함과 동시에 斜線의 삼각형에 대응하는 기억장소에 1을 세트한다. 펜이 전체 그릿드

의 경계에 이를 때까지 계속한다.

(4) 다음에 데이터 기억장소가 1이 아닌 경계의 삼각형 辺을 등고선이 橫切하는가 어떤가를 조사하여 발견되면 上記의 과정을 되풀이 한다.

(5) 전체의 경계를 모두 찾았을 때는 내부의 1이 아닌 삼각형 중에서 등고선을 橫切하는 것을 찾고, 이것을 기점으로 해서 上記와 같은 등고선을 그리면서 스쳐간 삼각형을 1로 세트해 간다. 기점에 되돌아 갈 때까지 같은 방식으로 과정을 되풀이 한다.

(6) 이렇게 하여 1로 세트되어 있지 않고 등고선을 橫切하는 삼각형이 없어질 때까지 되풀이 한다.