# フリッピング



隣りあった2つの三角形の隣りあう辺は，4辺形の対角線になっている。
この4辺形のもう1つの対角線と取り替えたものも3角形になる。
これをフリッピングという。
元の2つの3角形の最小角よりもフリッピングした後の最小角の方が大きいとき，有効なフリッピングとよぶ。
有効なフリッピングを続けていくと，最終的に有効なフリッピングができなくなる3角形メッシュができ上がる。
これは，最適メッシュになっており，ボロノイ図から作成するドローネ網と一致する。

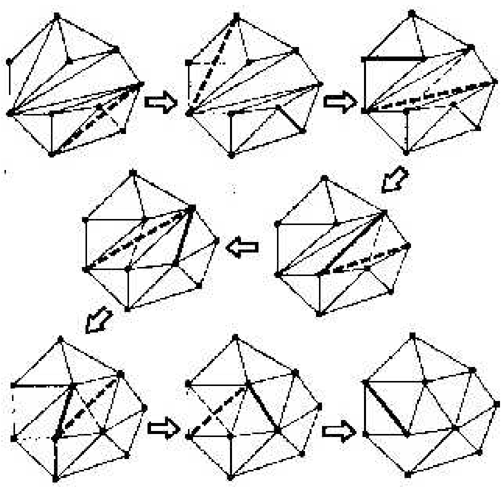


図19 フリッピング

ドローネ網に有効なフリッピングができない理由は、3角形の3点が同じ円の周上にあり(ボロノイ図の頂点が円の中心になる)、フリッピングした3角形の∠ADBはもとの∠ACBより小さくなる。
↳ 頂点Dが円の外に出ているから

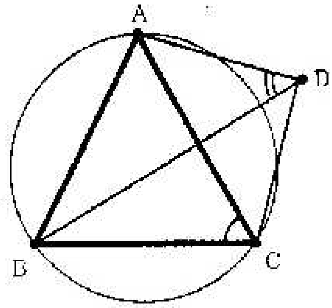



図 20　有効なフリップの無い理由

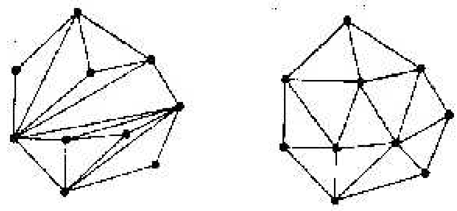


図 17　2 種類のメッシュ

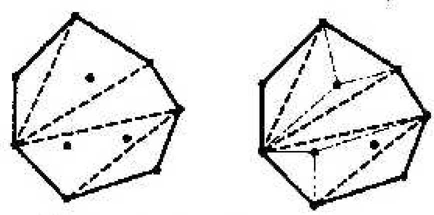
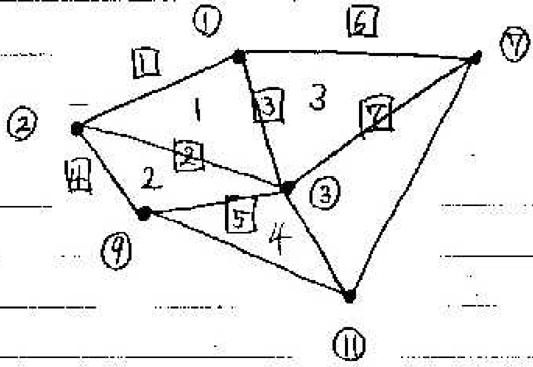


図 18　メッシュの一つの作り方



| 3角形 | 点 | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 2 | 3 | 9 |
| 3 | 1 | 3 | 7 |
| ⋮ | | | |

| 辺 | 点 | | 対応 |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 2 | 3 | 1 |
| 3 | 1 | 3 | 2 |
| 4 | 2 | 9 | 3 |
| 5 | 3 | 9 | 2 |
| ⋮ | | | |

アルゴリズム

(1) 登録されている3角形と辺の情報から
3角形に属する3辺を見つける

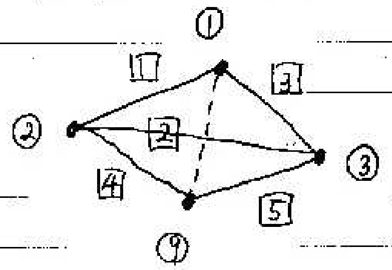
| 3角形 | 点 | | | 辺 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 2 | 3 | 9 | 2 | 4 | 5 |
| 3 | 1 | 3 | 7 | 3 | 6 | 7 |
| 4 | 3 | 9 | 11 | 5 | 8 | 9 |
| ⋮ | | | | | | |

(2) 上の情報にもとづいて，3角形の3辺の
情報を調べて，辺を含む3角形を取り出す

辺 [1] から始める → [1] を含む3角形は △1 しか
ないので ×

[2] → △1 △2 の2個あるので
フリッピング可能

(3) 交換可能な辺を見つける



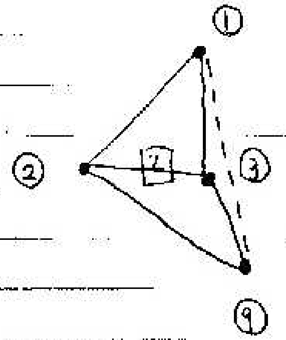

辺 [2] ② ③

△1 ① ② ③ 同じものを消す

△2 ② ③ ⑨

[2] ② ③ → [2] ① ⑨ に変更可能

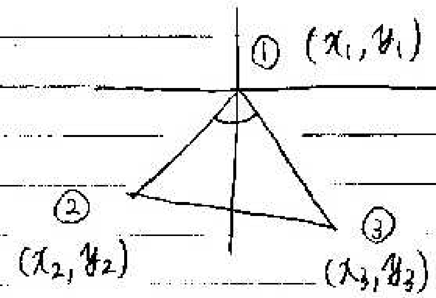
(4) 対角線が有効か調べる

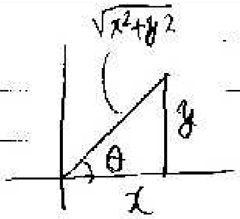



① ⑨ の半直線が
辺 [2] ② ③ と交わる
か調べる

交わらないなら不可

(5) フリッピング前後の最小角を調べて、
最小角が大きくなれば、フリッピング可能

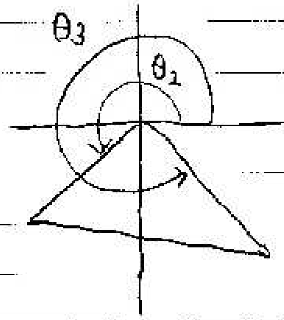



$$\tan\theta = \frac{y}{x}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{y}{x}$$

$x=0$のときダメ

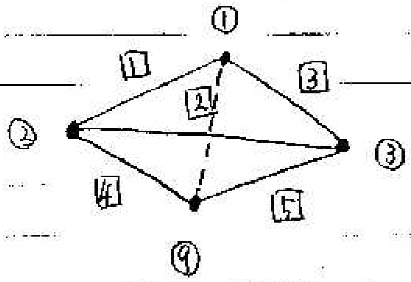



$$\cos\theta = \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}}$$

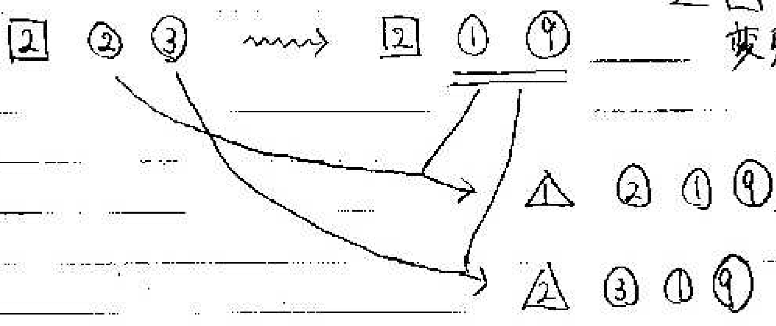
$x=0$でもOK

$$\theta_1 = \theta_3 - \theta_2$$

(6) フリッピングする




辺 2 の情報を変更する



△1 ① ② ⑨ 辺を生成

① ② → $\boxed{1}$
① ⑨ → $\boxed{2}$
② ⑨ → $\boxed{4}$

△2 ① ③ ⑨

① ③ → $\boxed{3}$
① ⑨ → $\boxed{2}$
③ ⑨ → $\boxed{5}$

| 3角形 | 点 | 辺 |
|---|---|---|
| △1 | ① ② ⑨ | $\boxed{1}$ $\boxed{2}$ $\boxed{4}$ |
| △2 | ① ③ ⑨ | $\boxed{3}$ $\boxed{2}$ $\boxed{5}$ |

に変更

(7) 続いて

辺 $\boxed{3}$ フリッピング不可
$\boxed{4}$ できない
⋮
$\boxed{19}$

もう1度 辺 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{10}$ を検査して
1回もフリッピングがなければ終了