3点がなす面の走向・傾斜の算出とPotreeの活用

基礎設計室　新宮 貴暉

1　はじめに

本論文では，xyz 空間の 3 点からなる平面の走向・傾斜を算出する手法を提案する．また，オープンソースの点群ビューアである Potree[1] を用いて，点群上での走向・傾斜の測定を実現する．

走向・傾斜とは，地層面・断層面の方向を一意に表す数値である．地層面とその走向・傾斜の模式図を図 1 に示す．走向とは地層面と水平面が交わってできる交線の

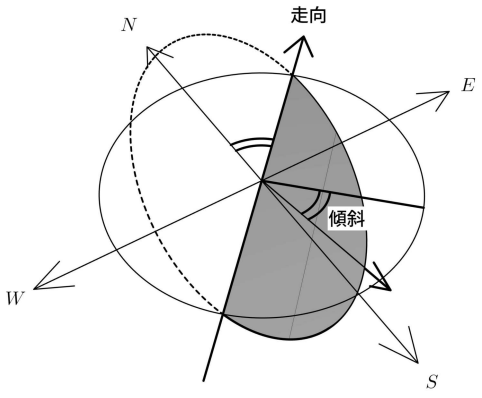

図 1: 走向・傾斜

向きであり，傾斜とは地層面と水平面がなす最大の角である．本論文では点群ビューア上で走向・傾斜の測定を実現し，業務の効率化，リスクの低減を図る．

2　走向・傾斜の導出

2.1　法線ベクトル

本章では，面の方向と傾きを表すために法線ベクトルを用いる．3 点 OAB について

$$\vec{OA} = \vec{a},\ \vec{OB} = \vec{b}$$

とすると，平面 OAB の法線ベクトル $\vec{n}$ は外積の計算より

$$\vec{n} = \vec{a} \times \vec{b}$$

と表される．このとき，点 OAB の位置による影響を除くために，$n_z < 0$ のとき $\vec{n} \to -\vec{n}$ とする．

2.2　走向の算出手法

本節では走向の算出手法を提案する．図 2 に z 方向から見た平面とその走向の関係を示す．走向方向のベクトル $\vec{s}$ と平面の法線ベクトル $\vec{n}$ の xy 成分は直交する．$\vec{s}$ は $\vec{n}$ の xy 成分を用いて，

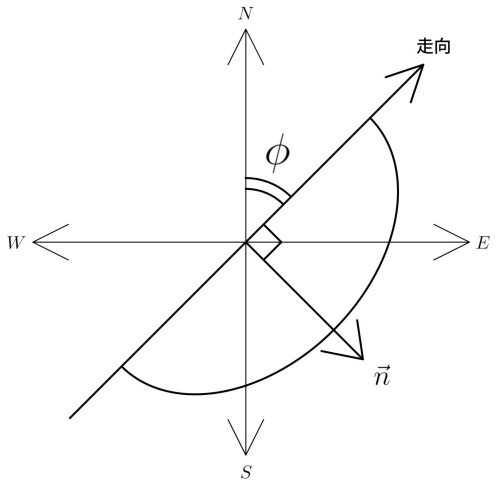

図 2: 法線ベクトルと走向

$$\begin{aligned}\vec{s} &= R\left(\frac{\pi}{2}\right)\vec{n_{xy}} \\ &= \begin{pmatrix} \cos\frac{\pi}{2} & -\sin\frac{\pi}{2} \\ \sin\frac{\pi}{2} & \cos\frac{\pi}{2} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} n_x \\ n_y \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} -n_y \\ n_x \end{pmatrix}\end{aligned}$$

と表される．内積の計算より $\vec{s}$ と y 軸のなす角 ϕ は，

$$\cos\phi = \frac{\vec{e_y}\cdot\vec{s}}{|\vec{e_y}||\vec{s}|} = \frac{n_x}{|\vec{n_{xy}}|}$$

$$\phi = \arccos\frac{n_x}{|\vec{n_{xy}}|} \quad (0 \le \theta \le \pi) \tag{1}$$

である．走向 $strike$ は $0 \le strike < 2\pi$ であるため，ϕ を用いて

$$strike = \begin{cases} 0 & (n_x = 0, n_y = 0 \text{ のとき}) \\ \phi & (n_y \le 0 \text{ のとき}) \\ 2\pi - \phi & (n_y > 0 \text{ のとき}) \end{cases} \tag{2}$$

と表される．

2.3　傾斜の算出手法

本節では，傾斜の算出手法を提案する．図 3 に走向方向から見た平面とその傾斜の関係を示す．傾斜方向のベクトルは平面の法線ベクトル $\vec{n}$ と直交するため，傾斜 dip は $\vec{n}$ と z 軸がなす角 θ に等しい．内積の計算より θ は，

$$\cos\theta = \frac{\vec{e_z}\cdot\vec{n}}{|\vec{e_z}||\vec{n}|} = \frac{n_z}{|\vec{n}|}$$

$$\theta = \arccos\frac{n_z}{|\vec{n}|} \quad (0 \le \theta \le \pi) \tag{3}$$

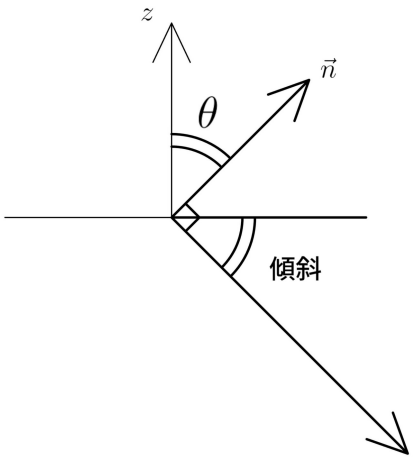

図 3: 法線ベクトルと傾斜

である．$n_z \geq 0$ より，$0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ であり，これは傾斜 dip の範囲と一致する．傾斜 dip は

$$dip = \theta = \arccos \frac{n_z}{|\vec{n}|} \tag{4}$$

である．

3　Potree の活用

2 章 (2)，(4) 式を用いて，Potree ビューア内に走向・傾斜の測定機能を追加した．Potree とは巨大な点群データの表示を目的としたオープンソースである．PotreeConverter[2] によって点群データ (las，laz 形式) を変換することで，ビューアでの表示や計測が可能となる．図 4 に走向・傾斜の測定例を示す．点群データの 3

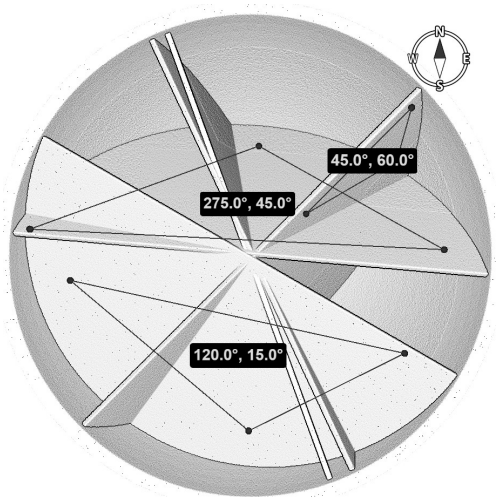

図 4: potree ビューアでの測定

点からなる平面の走向・傾斜を複数表示している．走向は 360° 表記とし，(走向，傾斜) の形式で表示している．このように，点群データ上での走向・傾斜の測定を可能にした．

4　まとめと今後の課題

4.1　まとめ

本論文では，xyz 空間の 3 点からなる平面の走向・傾斜を算出する手法を提案し，Potree ビューアを用いて点群ビューア上での走向・傾斜の測定を実現した．その結果，物理的な制限がある場合でも走向・傾斜の測定が可能となった．危険を伴う作業が減り，安全性の向上と業務の効率化が行えていると考えられる．

4.2　今後の課題

今後の課題として，点群データ上の 3 点から得られる平面では地層面・断層面の表現に十分でない可能性があることが挙げられる．複数の点から近似的に面を抽出するなど，より多くの点を用いた処理が必要である．また，点群データにはデータ自体の乱れに加え，草木などの計測環境に応じたノイズが存在している．点群上での計測は点群の精度に依存するため，ノイズの除去は不可欠である．点群の作成・解析時の精度向上も課題である．

参考文献

[1] Potree，`https://github.com/potree/potree/`，(参照 2024-06-24)

[2] PotreeConverter，`https://github.com/potree/PotreeConverter/`，(参照 2024-06-24)