

Introduction to PDAL

Geospatial Programming (2022) Survey Engineering Chulalongkorn University

Phisan Santitamnont and Thepchai Srinoi

ข้อมูลกลุ่มเมฆของจุด (Point Cloud) เป็นข้อมูลค่าพิกัดสามมิติของจุดวัตถุ ซึ่งสามารถผลิตได้จากการรังวัดด้วยภาพ (Photogrammetry) หรือการใช้เลเซอร์สแกน (Laser Scanning) ข้อมูลเหล่านี้สามารถจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ las (หรือเป็นแบบบีบอัด laz) เบื้องต้นสามารถแสดงผลได้ผ่านทาง plas.io ส่วนการจัดการข้อมูลสามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์หรือการเขียนโปรแกรมโดยใช้ PDAL (Point Data Abstraction Library) เอกสารนี้จะนำเสนอ Point Cloud Processing อย่างเบื้องต้นกับ PDAL ในการทำแบบจำลอง DTM

แบบจำลองระดับพื้นดิน (Digital Terrain Model : DTM) เป็นข้อมูลซึ่งบอกค่าระดับของพื้นดินในบริเวณหนึ่ง รูปแบบการจัดเก็บที่คุ้นเคยจะเป็นการจัดเก็บลง Raster File ซึ่งสามารถนำเข้าแสดงผลสื่อบอกความสูงต่ำของภูมิประเทศได้ ทำได้จากการนำข้อมูล Point Cloud ทำการขจัด Noise จากนั้นทำการคัดกรองส่วนที่เป็นพื้นดิน (Ground Classification) และท้ายสุดทำการแปลงเป็น DTM Raster file

1. การติดตั้ง PDAL

แนะนำให้ใช้ติดตั้งเข้ากับ conda environment ของตนเอง คำสั่งที่ใช้คือ

```
conda install -c conda-forge pdal python-pdal gdal
```

เมื่อติดตั้งสำเร็จแล้ว สามารถศึกษาวิธีใช้งานได้จากคำสั่ง pdal --help หรือ <http://pdal.io/apps/>

2. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของ Point Cloud

ตัวอย่างข้อมูล Point Cloud จาก Martin Isenburg (นักวิจัยผู้พัฒนา LASTools ผู้ล่วงลับเมื่อกันยายน พ.ศ. 2564) ในพื้นที่กรุงศรีอยุธยา ประเทศไทย สามารถให้นักศึกษาที่กำลังล่วงลับจากการเรียนในไม่ช้าดาวน์โหลดได้จาก <https://rapidlasso.com/2018/07/19/complete-lidar-processing-pipeline-from-raw-flightlines-to-final-products/> เบื้องต้นเราพอสืบค้น metadata ของ point cloud นี้ได้จาก

```
pdal info Ayutthaya_line_2.las -metadata
```

ตัวอย่างการรายงานผลคร่าวๆ ทำให้เราทราบว่า Point Cloud เก็บพิกัดแบบระบบพิกัดแผนที่ UTM Zone 47 WGS 84 มีจำนวนข้อมูล 8,759,688 ข้อมูล และอื่นๆ

```
{
  "file_size": 297829855,
  "filename": "Ayutthaya_line_2.las",
  "metadata": {
    "comp_spatialreference": "COMPD_CS[\"WGS 84 / UTM zone 47N + unknown\", ....
    "compressed": false,
    "count": 8759688,
    ....
  }
}
```

เราสามารถเลือกข้อมูลรายจุดมาศึกษาข้อมูลที่น่าสนใจ (เช่นจุดแรก จุดที่ 0) ได้จาก

```
pdal info Ayutthaya_line_2.las -p 0
```

ตัวอย่างการรายงานผล

```
{
  "file_size": 297829855,
  "filename": "Ayutthaya_line_2.las",
  "now": "2022-08-02T17:35:16+0700",
  "pdal_version": "2.3.0 (git-version: Release)",
  "points": {
    "point": {
      "Blue": 0,          <---- การสะท้อนในช่วงสีน้ำเงิน (เอามาจากภาพ)
      "Classification": 0, <---- เลขบอกการจำแนก เลข 0 บ่งว่า ไม่ได้จำแนกเลย
      "EdgeOfFlightLine": 1, <---- เกี่ยวกับแนวนบิน
      "GpsTime": 90654162.93, <---- ช่วงเวลาที่ทำการบันทึกพิกัด บอกเป็น GpsTime
      "Green": 0,        <---- การสะท้อนในช่วงสีเขียว (เอามาจากภาพ)
```

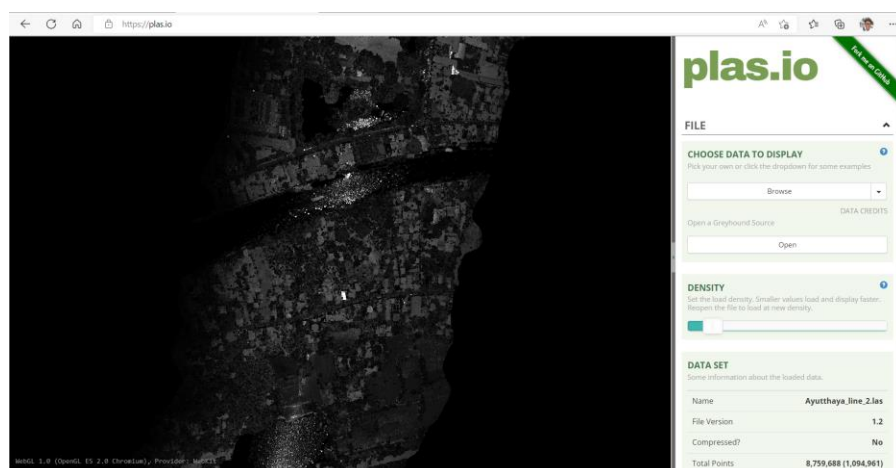
```

"Intensity": 9,          <----- ความเข้มการสะท้อนของ Point Cloud
"NumberOfReturns": 1,   <----- ลำดับการสะท้อนกลับ บ่งว่าเป็น first return
"PointId": 0,
"PointSourceId": 2,
"Red": 0,               <----- การสะท้อนในช่วงสีแดง (เอามาจากภาพ)
"ReturnNumber": 1,
"ScanAngleRank": -32,
"ScanDirectionFlag": 1,
"UserData": 0,
"X": 668766.34,         <----- Easting (m)
"Y": 1585647.64,       <----- Northing (m)
"Z": -22.25            <----- Ellipsoidal Height (m)
}
},
"reader": "readers.las"
}

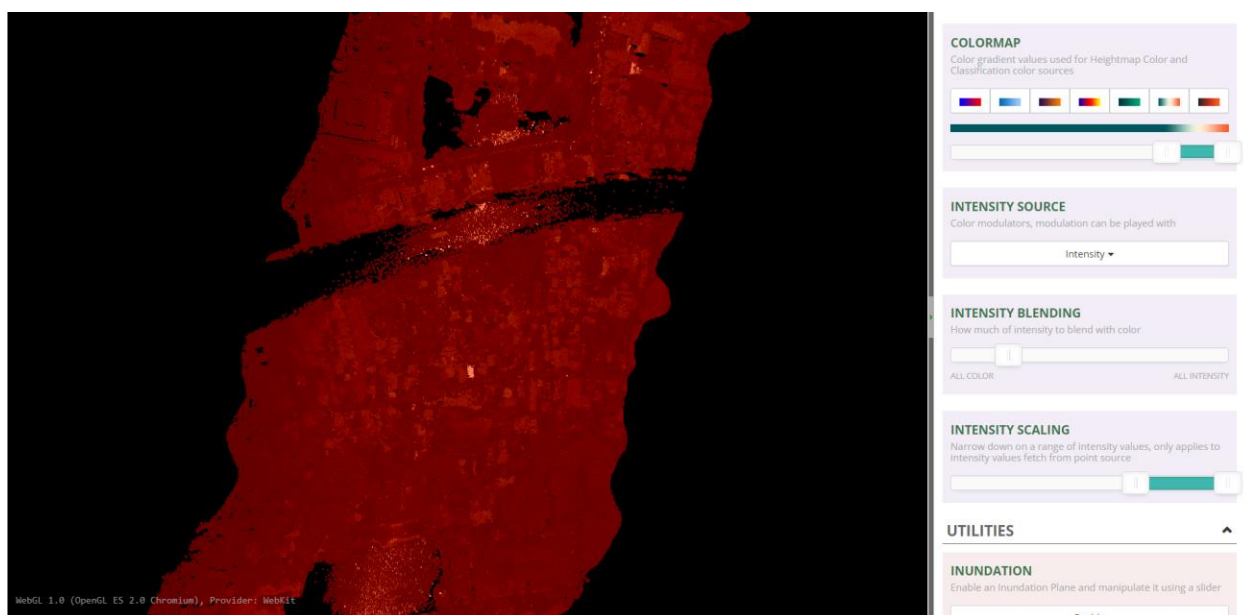
```

3. การแสดงผลข้อมูล Point Cloud

เข้า Internet Browser แล้วพิมพ์ address --> plas.io เข้าไปแล้วลากไฟล์ point cloud นำเข้าเลย



การนำเข้า Ayutthaya_line_2.las มายัง plas.io เริ่มต้นจะแสดง Intensity ให้เห็นแบบ ขาว ดำ



การปรับสี (color) จาก Intensity หรือ Classification และเสริมด้วย Intensity Blending



การประเมินน้ำท่วม (Flood Modelling) เบื้องต้นด้วยเครื่องมือ Inundation ล่างขวาสุด

4. การกรองพื้นดิน (Ground Classification)

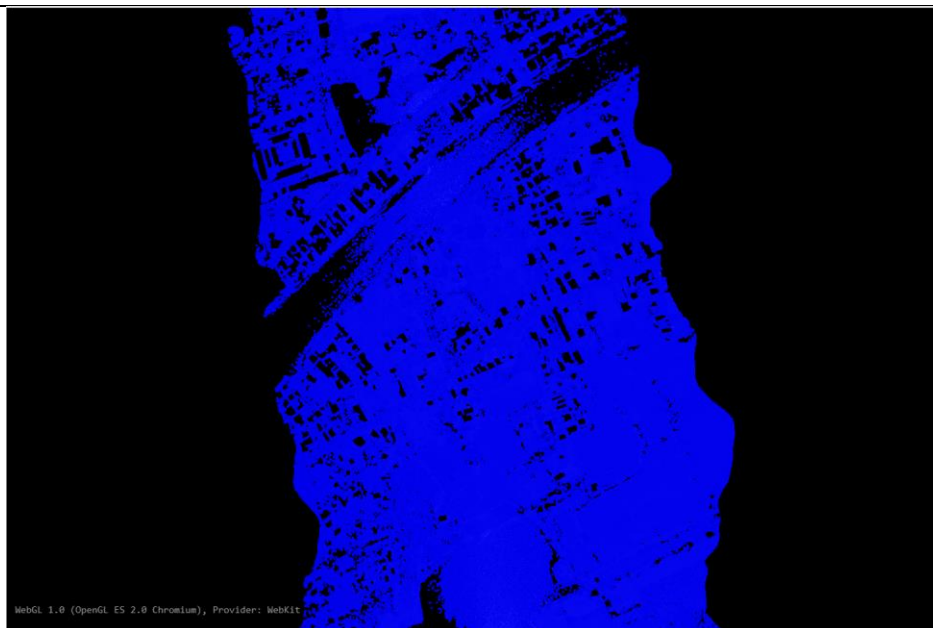
ข้อมูล Point Cloud ประกอบด้วยจุดพิกัดบนพื้นดิน ต้นไม้ ผิวหน้า อาคาร การคัดแยกส่วนที่เป็นพื้นดินเป็นสิ่งสำคัญในการทำแบบจำลอง DTM เพื่อประเมินลักษณะพื้นผิวภูมิประเทศตรงนั้น สามารถนำมาทำเส้นชั้นความสูง (Topographic Contour) ได้ หากไม่คัดแยกเราจะได้อีกแบบจำลองคือ DSM (Digital Surface Model)

มีอัลกอริทึมในการช่วยแยกพื้นดินเช่น smrf (Simple Morphological Filter) หรือ csf (Cloth Simulation Filter) เริ่มต้นผลลัพธ์จะช่วยแยกส่วนที่เป็นพื้นดิน (classification = 2) ส่วนที่ไม่เป็นพื้นดิน (classification = 1) ออกมา การเขียนคำสั่งทำได้ดังนี้

```
pdal translate Ayutthaya_line_2.las Ayutthaya_line_2G.las smrf -v 4
```

จากนั้นแยกออกมาขอเพียงพื้นดินเท่านั้นด้วยการเขียนคำสั่งดังนี้

```
pdal translate Ayutthaya_line_2G4.las -o Ayutthaya_line_2G4_filter.las range
--filters.range.limits="Classification[2:2]"
```



ผลการคัดกรองพื้นดินเบื้องต้น พบว่าแยกอาคารออกไปได้จำนวนหนึ่ง ดังภาพสีดำที่ปรากฏให้เห็น

5. การทำแบบจำลองระดับพื้นผิวภูมิประเทศ

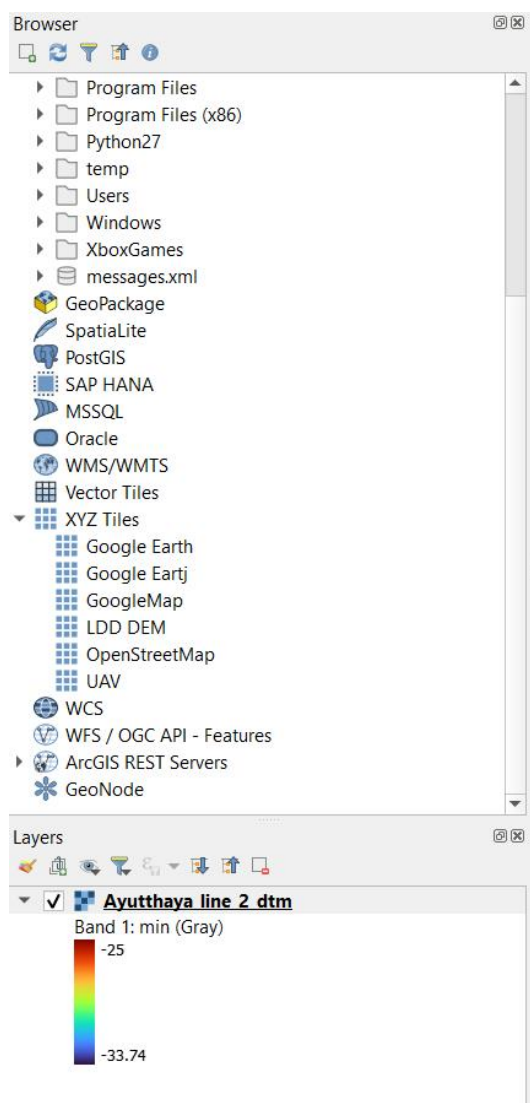
การแปลงจาก point cloud ของพื้นดินให้เป็นแบบจำลองราสเตอร์บันทึกค่าระดับพื้นดิน จำเป็นต้องเตรียมสิ่งที่เรียกว่า pipeline เป็นลำดับการทำงานซึ่งเขียนไว้บันทึกเป็น json file ชื่อ GenDTM.json ไว้

```
{
  "pipeline": [
    "Ayutthaya_line_2G4_filter.las",
    {
      "filename": "Ayutthaya_line_2_dtm.tif",
      "gdaldriver": "GTiff",
      "output_type": "all",
      "resolution": "1.0",
      "type": "writers.gdal"
    }
  ]
}
```

แล้วเขียนคำสั่งให้ประมวลผล DTM ออกมาดังนี้

pdal pipeline GenDTM.json

ผลลัพธ์ที่ได้สามารถเปิดผ่าน QGIS เพื่อดูภาพ แสดงเงตสีความสูงได้



แบบจำลองระดับ DTM ที่ได้จากการกรองด้วย SMRF ด้วยค่า “-v 4” แสดงสีความสูง

การเขียนโปรแกรมประมวลผลจะสามารถในการลองปรับแต่งค่าพารามิเตอร์แล้วทำการประมวลผลซ้ำๆได้ง่าย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพตรงตามต้องการ ป้องกันข้อผิดพลาดในการใส่ค่าพารามิเตอร์ เพราะตรวจสอบได้เลยจากโปรแกรมที่เขียน การพัฒนาระบบกรองพื้นดินเพื่อทำ DTM ยังคงเป็นประเด็นศึกษาวิจัยในปัจจุบัน สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสำรวจในเรื่องของการทำแผนที่ด้วยยู เอ วิ หรือเลเซอร์สแกนทางอากาศสามารถหาซื้อเครื่องมือเพื่อทำการรังวัดได้ง่ายขึ้น การมีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญตามมา