

Support de cours

Cours:

Éléments de Géomatique

Vidéo:

8.3 Modélisation et interpolation

Concepts (extraits des sous-titres générés automatiquement) :

Altitudes de nouveaux points. Mesures de terrain de manière. Points de mesure. Petit exemple. Modèle numérique. Points d'appui. Modèle numérique de terrain. Éléments géomatiques. Petites facettes des triangles. Petits cercles. Petit exemple suivant. 2d. Modèle numérique du terrain. Différents nœuds. Mesures brutes.



[vers la recherche de séquences vidéo](#)
(dans Éléments de Géomatique.)



[vers la vidéo](#)

Center for Digital Education. Plus de matériel de soutien pédagogique ici :

<https://www.epfl.ch/education/educational-initiatives/cede/educational-technologies-gallery/boocs-en/>
page 1/18



Modélisation et interpolation

Eléments de Géomatique, Modèle numérique d'altitude

Pierre-Yves Gilliéron

© 2013 swisstopo (JD100064)

...

notes

résumé

0m 0s





Bonjour, cette partie du cours sur le modèle numérique

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

.....

.....

.....

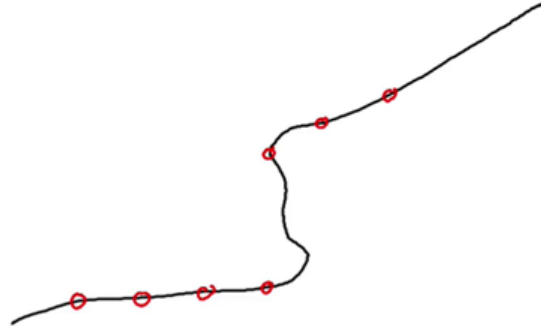
.....

.....

0m 1s



- Bases de modélisation
- Mesures/modèle/interpolation
- Méthode
 - Exacte
 - Approchée
- Surface «2D et demi»
 - 1 couple (Y,X) > 1 seul H



est consacrée à la modélisation et à l'interpolation La modélisation et l'interpolation consistent à établir un modèle à partir de mesures de terrain de manière à créer une surface qui permette d'interpoler des altitudes de nouveaux points. Pour établir un modèle numérique de terrain le principe de base consiste à trouver la meilleure surface qui va passer par les points de mesure qu' on appelle aussi points d'appui Je prends ici un petit exemple en 2D avec un profil altimétrique où j'ai préalablement des mesures brutes -ce sont mes petits ronds ici- et je vais chercher la meilleure courbe qui va passer par ces points Je prends ici une courbe d'interpolation qui passe par mes points et j'ai ainsi une méthode dite exacte avec ma courbe d'interpolation On peut également parler de méthode approchée lorsque la courbe choisie ne va pas forcément passer par les points d'appui Ici on parle d'une méthode approchée Pour le modèle numérique du terrain on parle d'une surface 2D ou 2D et demi On n'a pas de la véritable 3D, on va expliquer ce principe avec le petit exemple suivant Je dessine ici un profil de terrain avec ici un surplomb et lorsqu'on modélise ce terrain, -je dessine ici les points de mesure en rouge- on ne pourra pas prendre en compte l'effet du surplomb

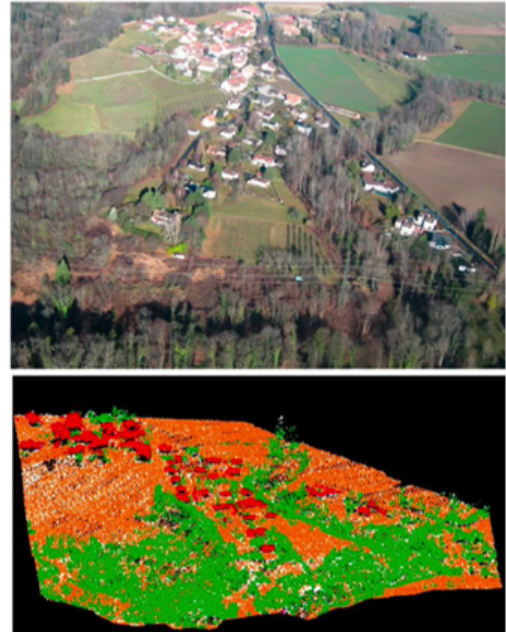
notes

résumé

0m 5s



- Saisie de données brutes
- Nuage de points
 - Photogrammétrie numérique
 - Laser aérien ou terrestre
- *lever de masse, h*



Éléments de géomatique

8

et des lignes dans le territoire La restitution du modèle numérique de terrain va passer d'abord par un semis de points comme ici sur la figure à droite avec les petites croix. Ce sont des points qui ont été déterminés en coordonnées Y, X et H. La densité de ces points dépendra du terrain. Si le terrain est accidenté ou si le terrain est relativement plat Avec un terrain accidenté, on aura une haute densité de points. Avec un terrain plat, on aura une faible ou une basse densité de points. On va également ajouter des lignes caractéristiques, à savoir des lignes de rupture ou des lignes de structure du terrain. On voit sur cet exemple ici à droite, typiquement le bord de route comme un élément marquant du paysage qui sera une ligne de structure On a également des éléments de crête ou de talus qui sont des éléments marquants qui rentreront dans la modélisation du terrain Pour illustrer ce principe de saisie de données brutes on voit ici l'orthophoto avec les courbes de niveaux où l'on retrouve ces éléments structurants du paysage comme la route, comme ici un petit ruisseau qui descend et quelques éléments qui ont donné lieu ici à la restitution de courbes caractéristiques. Après la méthode de restitution judicieuse des points et lignes du terrain, on a ici une approche avec les nouvelles technologies de levers où on va faire un lever de masse ou de haute densité. On a des méthodes dites laser à balayage

notes

résumé

4m 37s



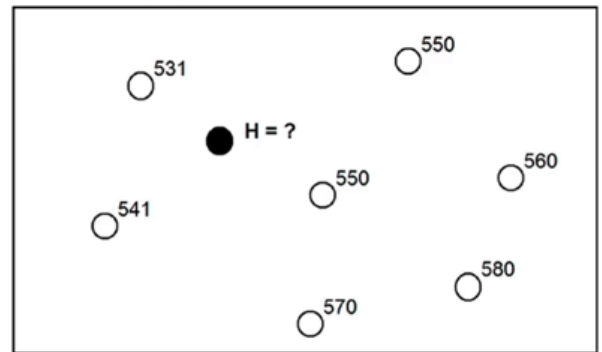
- 
- A portrait of a middle-aged man with short, dark hair, wearing black-rimmed glasses and a light blue button-down shirt. He is looking directly at the camera with a neutral expression. The background is a plain, light gray.

notes

6m 49s



- **Modélisation**
- Modèles déterministes basés sur des observations géométriques
- Grille régulière
- Triangles (TIN)
 - TIN= Triangulated Irregular Network



Points mesurés : ●

Points à interpoler: H = ?

Source: O. Koelbl (EPFL)
Éléments de géomatique

10

comme une grille régulière ou des triangles.

notes

résumé

9m 13s



- Modélisation
- Grille régulière
 - Résolution spatiale



On a d'abord les observations, à savoir nos points bruts avec leur altitude, et je peux modéliser ma surface soit avec une grille régulière que je dessine ici sur mon plan ou bien avec un modèle triangulé qui va lier mes différents nœuds ou points d'observation. Finalement ce qui m'intéressera c'est de pouvoir interpoler une altitude pour un nouveau point connu en coordonnées X,Y.

notes

résumé

9m 16s



- Modélisation, interpolation
- Grille régulière
 - Interpolation des sommets de la grille à partir des points mesurés



Je traite d'abord de la grille régulière. La première opération consiste à déterminer la résolution spatiale ou bien à choisir le pas de la grille. Cette résolution dépendra de l'application pour laquelle je veux utiliser mon modèle numérique de terrain et elle dépendra également de la densité de points mesurés ainsi que de la morphologie du terrain. Dans cet exemple ici, je vais prendre un pas de grille un peu plus large que ce qui est dessiné. Je le prends ici en rouge, avec trois carrés et j'ai ainsi choisi ma résolution spatiale, à savoir ici une cellule et l'on voit que la densité est à peu près de un point par cellule de la grille.

notes

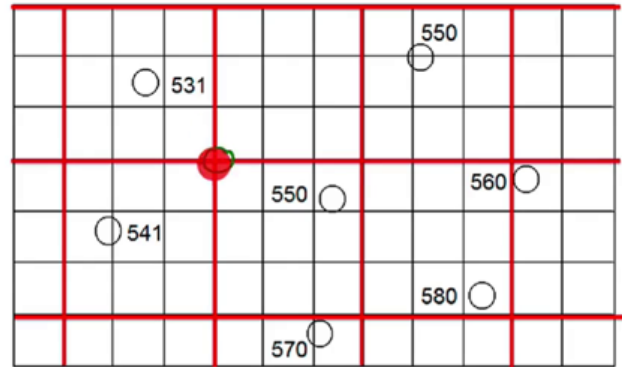
résumé

9m 59s



- Modélisation, interpolation
- Grille régulière
 - Interpolation des sommets de la grille à partir des points mesurés

plus proche voisin



Comment va-t-on interpoler les nœuds de la grille ? Il y a plusieurs méthodes Je prends ici un exemple graphique avec ce nœud-là. Je peux, dans un premier temps, prendre l'altitude du point le plus proche donc, le plus proche voisin.

notes

résumé

11m 12s



- Modélisation
- Triangles (TIN)
 - Réseau triangulé irrégulier



Par exemple ici l'altitude 531 que j'attribue ici ou bien je peux prendre une moyenne. A ce moment, je vais considérer les points proches de mon nœud et faire une moyenne pondérée en fonction de la distance entre le nœud et les points de mesure. On peut utiliser des méthodes plus rigoureuses des méthodes dites d'estimation comme celle du Krigeage.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

11m 37s



.....

.....

.....

.....

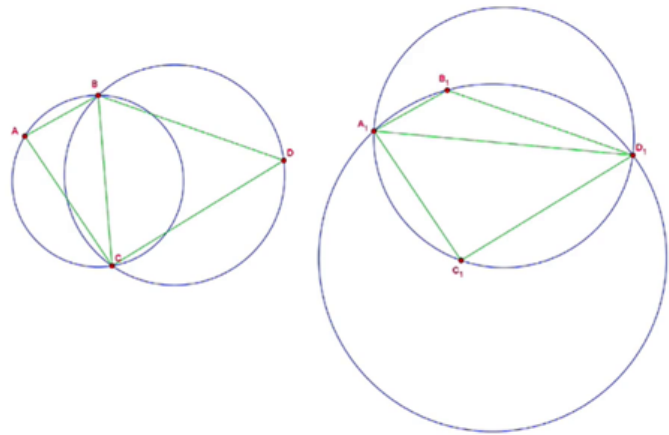
.....

- Modélisation

- Triangles (TIN)
- Méthode de Delaunay

Cercle circonscrit
passe 3 nœuds.

? Contrôle que le
cercle ne contient
a



Une autre manière de modéliser le terrain consiste à construire un réseau de triangles sur la base des mesures brutes. Un triangle est composé de trois nœuds, trois sommets et trois côtés ou trois arrêtes. La question qui se pose est comment choisir ces arrêtes ? On voit ici sur cet exemple pré-établi des triangles qui sont dessinés mais j'aurai très bien pu également relier mon point 531 au point 570 et avoir ici un triangle comme ceci plutôt que de relier ici mes nœuds 531, 541 à 550. On va voir maintenant comment choisir, de manière adéquate, ces arrêtes. Une des méthodes pour établir ce réseau triangulé a été développée par le mathématicien Delaunay. Il consiste à considérer le cercle circonscrit qui passe par trois nœuds et la question est de contrôler que le cercle ne contient aucun autre point.

notes

résumé

12m 18s





On voit dans cet exemple un triangle dit de Delaunay, avec mon cercle et je vois qu'à l'intérieur du cercle il n'y a aucun point. Dans cet exemple ici, si je regarde ce cercle je vois qu'à l'intérieur j'ai un point on est dans un cas qui n'est pas conforme à la triangulation de Delaunay

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

13m 49s



.....

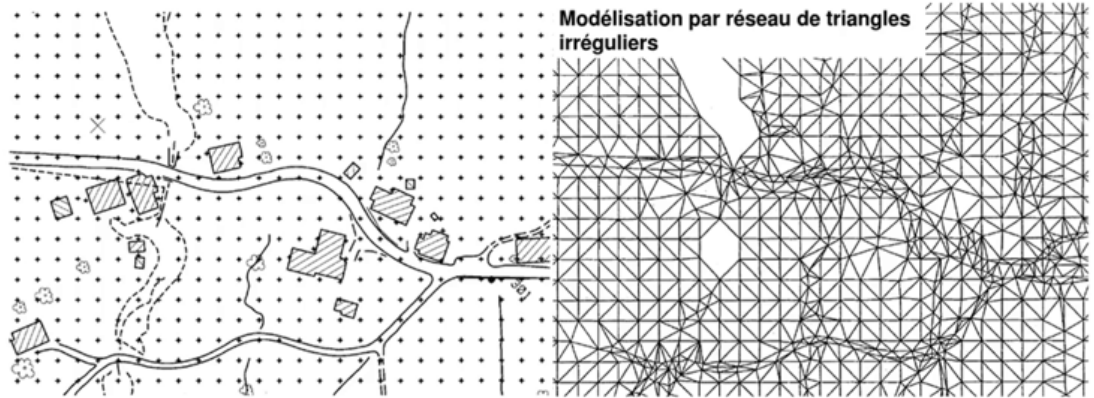
.....

.....

.....

.....

- Modélisation
- Triangles



Source: O. Koelbl (EPFL)
Éléments de géomatique

15

La triangulation de Delaunay permet de trianguler un réseau de points en respectant la condition de Delaunay c'est-à-dire que les cercles circonscrits au triangle ne contiennent aucun point. Voici le processus interne d'un algorithme On ajoute un point au réseau, le cercle circonscrit a une facette et un tracé Si un autre point est compris à l'intérieur de ce cercle alors la facette est inversée, sinon elle est conservée. De plus, on associe souvent le diagramme de Voronoï à la triangulation de Delaunay. Géométriquement, cette association se traduit par le fait que les médiatrices des facettes sont aussi les côtés du diagramme de Voronoï. De même que les sommets du diagramme sont les centres des cercles circonscrits de la triangulation.

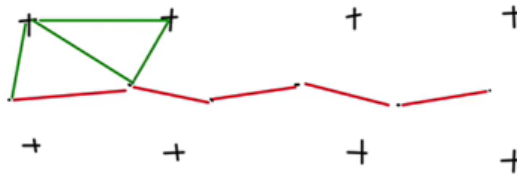
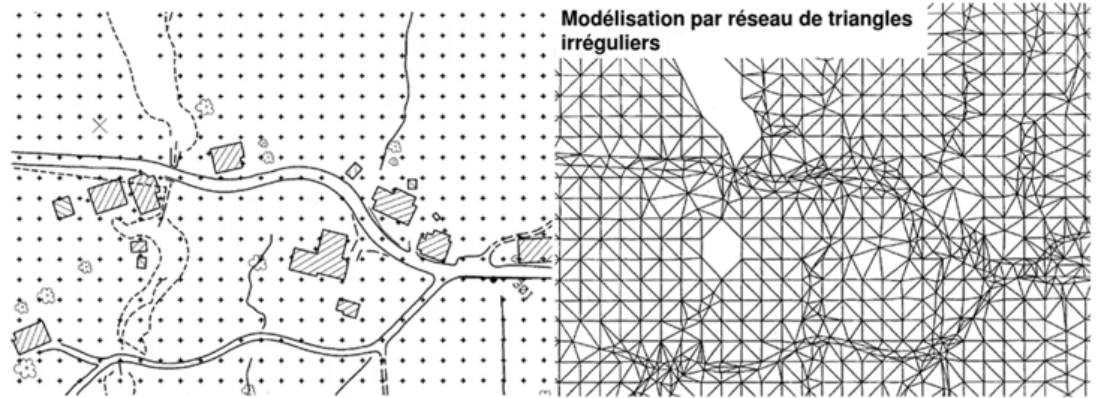
notes

résumé

14m 14s



- Modélisation
- Triangles



Source: O. Koelbl (EPFL)
Éléments de géomatique

15

Comment va-t-on intégrer les éléments structurants du paysage ? Je reprends ici mon exemple de photogrammétrie et je zoome ici sur la restitution avec le semis de points -mes petites croix ici- que je dessine ainsi qu'un élément structurant à savoir une ligne de structure que vais dessiner en rouge, sur cet exemple La triangulation va se construire avec la condition de ne pas couper cet élément structurant

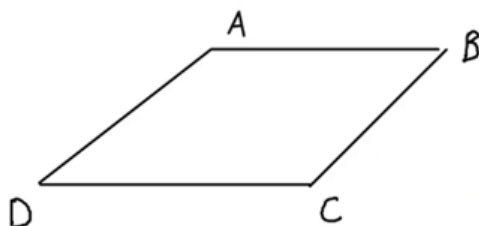
notes

résumé

15m 28s



- Interpolation
- Nouveau point (E) à partir de la grille régulière



donc les triangles seront construits sans jamais couper ma ligne de structure rouge

notes

résumé

16m 13s



- **Résumé**

- Acquisition

- Points/lignes
- Nuage de points

- Modélisation, interpolation

- Surface 2,5 D
- Grille (Raster)
- Triangle (TIN)



Finalement ce qui nous intéresse dans le modèle numérique de terrain c'est d'interpoler des altitudes pour les points connus uniquement en planimétrie. On prend ici l'exemple de ce point E et une interpolation bi-linéaire à partir d'une grille. On a quatre points connus en altimétrie A, B, C, D. Sur chacun de ces points, j'ai une altitude qui est connue que je reporte sur cette figure. Je peux tracer également les droites qui lient deux nœuds de cette grille et puis j'ai quelque part au milieu mon point E, que je vais dessiner ici en rouge. Et du point E, je peux également tracer ici une droite qui va couper les côtés de ma grille que je peux relever ici verticalement et finalement cela me donnera ici une droite dans l'espace et en partant de mon point E, je vais trouver ici mon intersection et j'aurai l'altitude HE avec cette interpolation bi-linéaire à partir des points de la grille. Pour résumer cette partie sur l'interpolation et la modélisation on répète ici que l'acquisition de données brutes se fait soit par photogrammétrie / topométrie avec de la restitution de points caractéristiques et de lignes ou bien avec un levé dit de masse ou de haute densité avec des techniques de Lidar ou de photogrammétrie numérique. Finalement la modélisation est une surface dite 2D et demi ce n'est pas du vrai 3D et on va approcher cette surface soit avec une grille régulière, soit avec des triangles, soit avec des triangles.

notes

résumé

16m 22s

