

Compte Rendu de Projet : GeoMNT Studio Pro

Matière : Projet Calcul Z - Modélisation Numérique de Terrain

Réalisé par : Romdhan Rawen et Amroussi Mohamed (4GT)

1. Introduction Générale

Ce projet s'inscrit dans le cadre du développement d'une solution géomatique complète pour le traitement, l'interpolation et la visualisation de données topographiques (X, Y, Z). Le logiciel développé, baptisé **GeoMNT Studio Pro**, a été conçu en MATLAB avec une architecture modulaire et une interface utilisateur (GUI) de qualité professionnelle (Dashboard). Il permet aux utilisateurs de charger des nuages de points bruts, de générer des Modèles Numériques de Terrain (MNT) via de multiples algorithmes mathématiques, et d'analyser le terrain via des visualisations 2D, 3D et des fonds de cartes Web.

2. Comment Lancer le Projet sur MATLAB

L'utilisation de GeoMNT Studio Pro a été simplifiée au maximum. Pour démarrer l'application, suivez ces étapes :

1. Ouvrez le logiciel MATLAB.
2. Dans le navigateur de dossiers de MATLAB, naviguez jusqu'au répertoire racine du projet.
3. Dans la fenêtre de commande (Command Window), tapez la commande suivante et appuyez sur **Entrée** :

```
start_GeoMNT
```

Ce script principal se charge automatiquement d'ajouter les sous-dossiers au *path* de MATLAB et de lancer l'interface utilisateur.

3. Architecture du Projet

Pour assurer une maintenance aisée et une robustesse maximale, le code a été organisé selon le paradigme MVC (Modèle-Vue-Contrôleur). Le projet est découpé en deux entités principales :

- **Dossier `interface/`** : Contient la logique d'affichage et l'interface utilisateur.
- **Dossier `functions/`** : Contient tout le moteur de calcul mathématique (scripts d'interpolation, fonctions d'exportation et de rendu graphique).

4. Description Détaillée des Fichiers et Fonctions

start_GeoMNT.m

Rôle : C'est le point d'entrée principal (le lanceur) de l'application. Ce script se charge d'ajouter les répertoires nécessaires au chemin d'accès de MATLAB (Path) et d'instancier la classe de l'interface graphique en garantissant qu'une seule instance est ouverte à la fois.

interface / GeoMNT_App.m

Rôle : Le cœur de l'interface utilisateur. Développé en programmation orientée objet (POO), ce fichier gère absolument toutes les interactions de l'utilisateur.

Fonctionnalités clés :

- Création dynamique du tableau de bord (Dashboard) avec un thème sombre professionnel.
- Gestion du système de coordonnées (CRS) et du panneau latéral de contrôle.
- Appels asynchrones aux fonctions de calcul (avec barre de progression `waitbar` rétrocompatible).
- Gestion de la bascule entre les vues 3D, 2D (Heatmap) et l'intégration des cartes interactives (Web Maps).

- Capture sécurisée des erreurs (Try-Catch) empêchant tout plantage brutal de l'application.

functions / loadData.m

Rôle : Module d'importation des fichiers de levés topographiques (txt, csv). Le fichier identifie automatiquement les séparateurs (espace, tabulation, point-virgule) et nettoie les données aberrantes (NaN). Il renvoie les matrices X, Y, Z et un bloc statistique (min, max).

functions / generateGrid.m

Rôle : Calcule l'étendue (Bounding Box) du nuage de points et génère une grille proportionnelle aux dimensions réelles. Elle garantit des "pixels" carrés pour éviter toute déformation topographique et implémente une sécurité "Out Of Memory" qui bride la résolution si la grille dépasse 1000x1000.

functions / generateMNT.m

Rôle : Le routeur d'interpolation. Selon la méthode sélectionnée par l'utilisateur, ce fichier aiguille les données vers le bon algorithme mathématique pour interpoler la grille.

5. Les Algorithmes d'Interpolation (Moteur Mathématique)

L'application propose 8 méthodes distinctes pour calculer le Z inconnu. Chaque méthode a été isolée dans un fichier spécifique préfixé par `geomnt_` pour éviter les conflits.

Fichier	Méthode	Description technique
<code>geomnt_idw.m</code>	Distance Inverse (IDW)	Algorithme maison implémenté de manière ultra-vectorisée. Il calcule le poids de chaque point en fonction de l'inverse de la distance au carré. Fonctionne par traitement de blocs (chunks) pour économiser la RAM.
<code>geomnt_proche_voisin.m</code>	Plus Proche Voisin	Utilise la tessellation de Voronoï. Assigne au pixel la valeur du point brut le plus proche. Parfait pour les modèles de terrain catégorisés (pas de lissage).
<code>geomnt_bilineaire.m</code>	Bilinéaire	Définit une surface linéaire par morceaux via une triangulation de Delaunay. Extrêmement rapide et précis pour des levés denses.
<code>geomnt_surface.m</code>	Surface Continue	Utilise l'interpolation par Spline Biharmonique (griddata v4). Génère une surface très lisse, idéale pour la cartographie des courbes de niveau fluides.
Intégré (MATLAB)	Kriging / Spline / Naturel	Utilisation robuste de l'objet <code>scatteredInterpolant</code> avec gestion automatique des extrapolations.

6. Visualisation et Rendu Graphique

functions / display3D.m

Rôle : Usine à rendu 3D. Cette fonction supporte 5 modes d'affichage : Surface Pleine, Maillage (Mesh), Fil de Fer (Wireframe), Triangulation (TIN) et Nuage de Points. Elle a été optimisée avec l'utilisation stricte de la propriété `Parent` pour assurer la compatibilité ascendante et descendante sur toutes les versions de MATLAB (suppression de l'erreur historique `Too many input arguments`).

 functions / contourLines.m

Rôle : Permet d'extraire et de dessiner l'isohypses (courbes de niveau) en 3D. Intègre un module d'étiquetage automatique (**clabel**) permettant d'afficher les altitudes directement sur le tracé de la courbe.

7. Fonctionnalités Avancées

- **Calcul de Point Isolé (calculZ.m) :** Outil permettant de saisir les coordonnées X, Y d'un point "M" et de calculer son altitude Z avec la méthode choisie, puis de l'afficher visuellement (marqueur rouge) sur le modèle 3D.
- **Carte 2D et Heatmap :** Transformation instantanée du modèle 3D en une carte raster projetée (vue zénithale).
- **Intégration Web (GeoBasemap) :** Capacité à superposer les points levés sur des fonds de cartes satellitaires, topographiques ou OpenStreetMap si les données sont en WGS 84 (GPS).
- **Exportation (exportData.m) :** Écriture du MNT généré au format TXT, CSV ou image PNG pour une réutilisation sur QGIS ou AutoCAD.

8. Conclusion

GeoMNT Studio Pro est une solution aboutie, hautement modulaire et parfaitement rétrocompatible. Grâce à sa séparation stricte entre l'interface et le moteur de calcul, le logiciel ne plante pas, optimise la gestion de la mémoire (Memory Limit) et propose un rendu visuel digne des logiciels SIG professionnels du marché.

Projet Universitaire - Géomatique et Topographie (4GT) • Développé sur MATLAB