رویکرد جدید تصحیحات تخته بوگه و توپوگرافی با استفاده از مدلسازی پیشرو در محیط منبع باز پایتون

وحید ابراهیم زاده اردستانی [۱]، راضیه صفیان بلداجی [۲]،
[۱]استاد موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ebrahimz@ut.ac.ir
[۲]دانشجوی کارشناسی ارشد، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، raziye.safian@ut.ac.ir

چکیده

در این مقاله رویکرد جدیدی در محاسبه تحصیحات تخته بوگه و توپوگرافی در یک مرحله با استفاده از مدلسازی پیشرو جرم واقع بین سطح زمین و سطح مرجع (فضای مدل) معرفی می‌گردد. در مرحله اول از مش‌های پیشرفته (Octree) و (quadtree) برای پارامتریزه کردن فضای مدل استفاده می‌کنیم. این مش‌ها توانایی تولید سلول‌های بسیار کوچک در محل قرار گیری نقاط برداشت گرانی در سطح زمین دارند و بنابر این تحصیح توپوگرافی با دقت بالایی محاسبه می‌شود.

در مرحله دوم اثرگرانی تمام سلول‌های این مش‌ها در نقاط اندازه‌گیری گرانی روی سطح زمین با استفاده از مدلسازی پیشرو محاسبه می‌شود. این اثر گرانی معرف مجموع تحصیحات بوگه و توپوگرافی هستند که با کم کردن این مجموع از مقدار گرانی مشاهده‌ای آنومالی بوگه کامل محاسبه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: گرانی سنجی,شبکه بندی,آنومالی بوگه,مدل‌سازی,تخته بوگه,توپوگرافی

A new approach to bouguer slab and topography corrections using advanced python open source modeling

Abstract

In this paper, a new approach to calculating bouguer slab and topography in one step using forward modeling of mass located between the ground surface and the reference surface (model space) is introduced. In the first step, we use advanced (Octree) and (quadtree) meshes to parameterize the model space. These meshes have the ability to produce very small cells at the location of gravity points on the ground surface. The topographical effects are computed with high accuracy.

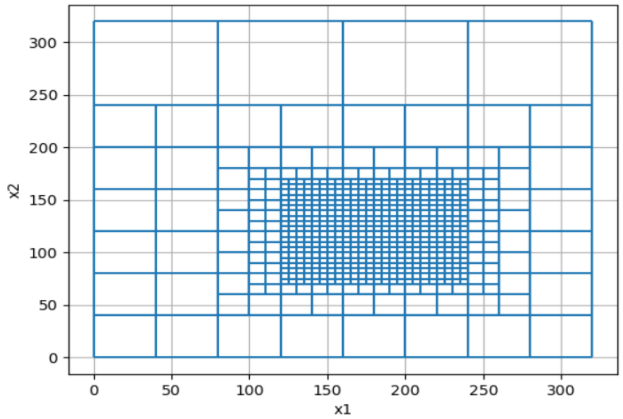
In the second step, the effectiveness of all cells of these meshes at gravity points on the ground is calculated using forward modeling. This effect of gravity represents the sum of bouguer scores and topography, which is calculated by subtracting this sum from the observed gravity value of the complete Bouguer anomaly.

Keywords:gravimetry,mesh,bouger anomaly,modelling,bouger board,topography.

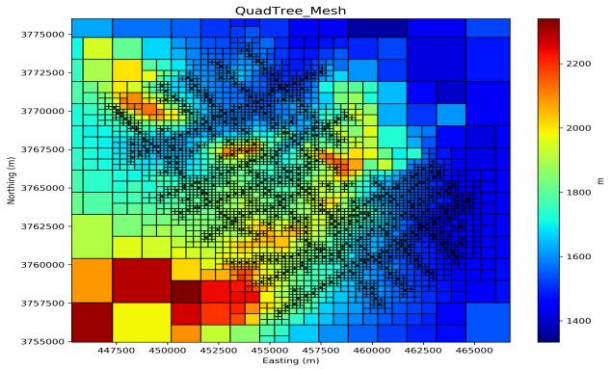
۱ مقدمه

تحصیحات بوگه وتوپوگرافی ازمهمترین مراحل تحصیحات اولیه داده‌های گرانی هستندکه با استفاده ازفرمول‌های استاندارد به طور جداگانه محاسبه می‌شوند. تحصیح بوگه با محاسبه اثرگرانی صفحه بوگه تخمین زده می‌شود (تلفورد۱۳۹۲) که همراه با خطای بالایی مانند اثر انحنا می‌باشد. موجگان باقیمانده از تصحیح بوگه به عنوان تحصیح توپوگرافی بایستی محاسبه شوند که روش‌های متنوعی برای آن ارائه شده است. دقت این تحصیحات در مناطق با توپوگرافی شدید و مش‌های مکعبی چالش جدی در محاسبات آن‌ها می‌باشد. با معرفی مش‌های جدید درختی دقت پارامتریزه کردن فضای مدل به طرز چشم‌گیری افزایش پیداکرده است. با محاسبه اثر گرانی سلول‌های این مش‌ها می‌توان با دقت بالایی اثرگرانی فضای کل مدل را محاسبه کرد.

کدهای مربوط به ساختن این مش‌ها و همچنین محاسبه اثر گرانی آن‌ها در منابع باز (open source) در محیط پایتون قابل دسترسی می‌باشد. دو نوع مش قابل استفاده و پیشرفته در محیط پایتون عبارتند از octree mesh و quadtree mesh همانطور که گفته شد کدهای آن‌ها قابل دسترسی می‌باشد. ر اشکال زیر این دو نوع مش نشان داده شده‌اند.



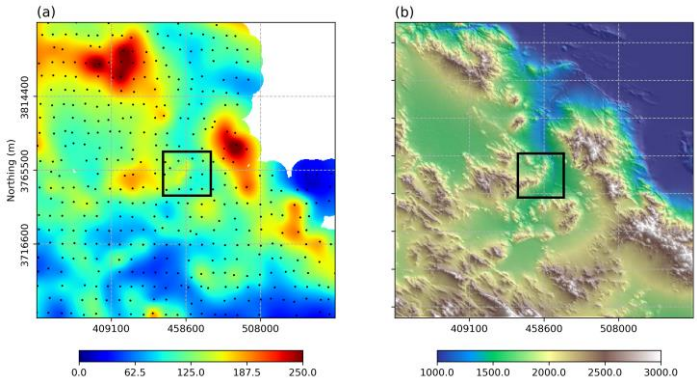
شکل ۱: octree mesh



شکل۲:quadtree mesh

۲ روش تحقیق

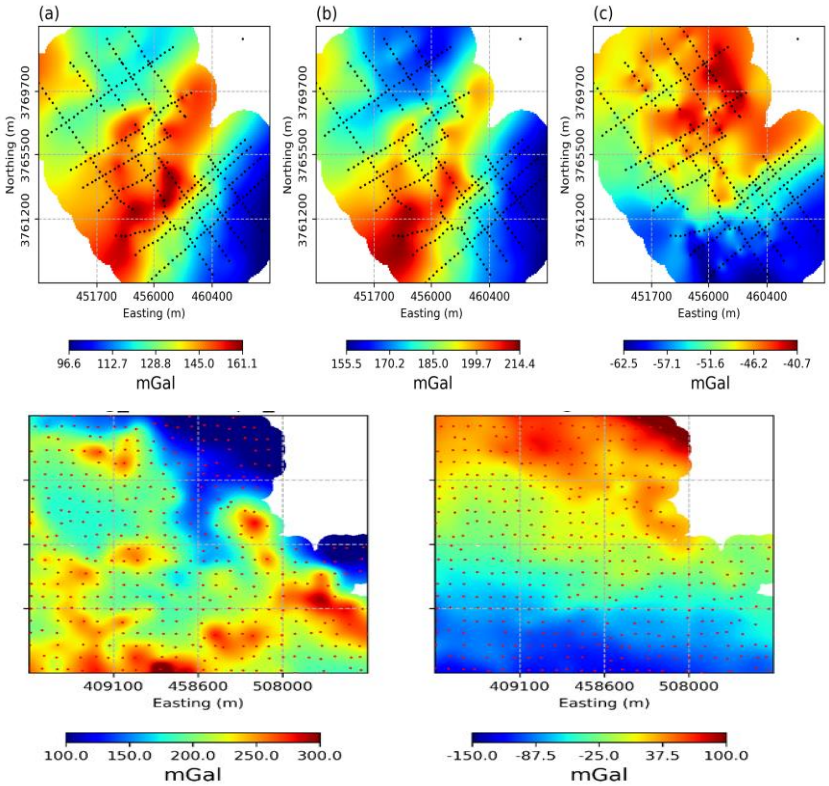
تعداد399 داده گرانی درمحدوده‌ای به وسعت ۲۰۰کیلومتردر۲۰۰کیلومتر به فواصل تقریبی ۵ کیلومتر در منطقه زاگرس مرکزی برداشت شده است. این منطقه شامل سیستم ژئوترمال محلات در قسمت مرکزی می‌باشد. با تصحیحات اولیه آنومالی هوای آزاد محاسبه شده است. در شکل۳ توپوگرافی وآنومالی هوای آزاد نشان داده شده‌اند. برای محاسبه آنومالی بوگه کامل فضای مدل با استفاده از quadtree mesh پارامتریزه شده است.اثر گرانی سلول‌های مربوط به مش محاسبه شده و به عنوان اثر توپوگرافی که در واقع مجموع تحصیح تخته بوگه و توپوگرافی است. با کم کردن این اثرات گرانی از مقادیر آنومالی هوای آزاد و آنومالی بوگه محاسبه شده اند. مجموع تصحیحات بوگه و توپوگرافی و آنومالی بوگه در شکل ۴ نمایش داده شده اند.



شکل ۳: تصویر توپوگرافی (a) وآنومالی بوگه(b)محاسبه شده در منطقه مورد مطالعه

شکل۴:تصاویرتصحیح بوگه (a)توپوگرافی(b) وآنومالی بوگه(c)محاسبه شده توسط quadtreemesh

برای مقایسه و ارزیابی آنومالی بوگه به دست آمده در نرم افزار ژئوسافت در شکل۵ نشان داده شده است.



شکل۵:تصویرآنومالی بوگه محاسبه توسط quadtree mesh در نرم افزار ژئوسافت

یکی از مهم‌ترین موارد اختلاف بین شکل ۴ و ۵در قسمت شرقی شبکه گرانی می‌باشد که پوشش داده‌های گرانی سطح زمین مناسب نیستند و در همین ناحیه مطالعات قبلی (ابراهیم زاده اردستانی۲۰۲۱)ثابت کرده است که چشمه منبع ژئوترمال در همین ناحیه قرار دارد. بنابراین آنومالی نسبی مثبت در این ناحیه بایستی وجود داشته باشد.

۲ نتیجه‌گیری

با استفاده از مش بندی پیشرفته فضای مدل و محاسبه اثر گرانی این فضا ,تصحیحات تخته بوگه و توپوگرافی در یک مرحله و با دقت بالا محاسبه می‌شود. این رویکرد باعث می‌شود که خطاهای مربوط به محاسبات این تصحیحات به حداقل برسد و آنومالی‌های بوگه حتی در مناطقی که پوشش داده ای مناسب وجود ندارد با دقت بالایی به دست آید.

منابع

Vahid E.ardestani,Dominique Fourier,Douglas W.oldenberg,(2021),gravity and magnetic processing and inversion over the mahallat geothermal system using open source resources in python,pure and applied geophysics

Davis, K., Kass M, A., & Li Y. 2010. Rapid gravity and gravity gradiometry terrain correction via adaptive quadtree mesh discretization, SEG Denver Annual meeting