



tc-cylinder.v1.0: Yüksek Çözünürlük ve Doğrulukta Vektör Tabanlı Topoğrafik Düzeltme Hesabı

tc-cylinder.v1.0: Vector Based Terrain Correction Calculation in High Resolution and Accuracy

Sevda Olgun^{1,✉}, Aydın Üstün²

¹Kocaeli Üniversitesi, Harita Mühendisliği, Kocaeli

²Hacettepe Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği, Ankara

✉sevda.olgun@kocaeli.edu.tr

Özet

Gravite alanı belirleme çalışmalarında yüksek doğruluklu (< 1 mGal) gravite bilgisine gereksinim giderek artmaktadır. Yeryüzü seviyesindeki gravite verisine ilişkin topoğrafik düzeltmeler teorik olarak büyüklüğü 100 mGal’i aşan hatalarla yüklü olabilir. Kullanılan Sayısal Yükseklik Model (SYM) çözünürlüğü, yükseklik bilgisi doğruluğu, kitlelerin yanal yoğunluk bilgisi ve hesap yöntemlerindeki sorunlar istenen doğruluğun önündeki başlıca engellerdir. Son dönemde SRTM1" gibi yüksek çözünürlüklü SYM’ler ve global/bölgesel yoğunluk modelleri, doğrulukta anlamlı iyileşmeler kazandırmış olsa da topoğrafik düzeltme hesabında yöntem ve verimliliği esas alan algoritma ihtiyacı geçerliliğini korumaktadır.

‘tc-cylinder’ kullanıcı opsiyonlu olarak istenilen çözünürlükte yükseklik ve yoğunluk girdi verileriyle, yüzeyde veya yeriçinde düzeltme değerlerinin hızlı ve yüksek doğruluklu elde edilmesini sağlar. Hesap noktasının çevresindeki grid düğümlerinin özelliklerini temsil eden silindir parçalarının her biri ortalama yükseklik, yoğunluk ve konum bilgilerini taşımaktadır. Ayrıca, Newton integrali yüksek doğruluklu gravite etkisinin belirlenebilmesi için daha küçük silindir parçalarına ihtiyaç duyar. Yükseklik modelinin çözünürlüğünün yetersiz kalması durumunda integrasyon ile boş kompartmanlar tamamlanır ve doğruluğun anlamlı ölçüde düşmesi önlenir. Ayrıca, hesap noktasından uzaklaştıkça yüksek çözünürlüklü verinin işlenmesi, zaman ve depolama problemine dönüşebilir. C programlama dili işaretçileri kullanılarak daha kısa algoritma, daha az depolama alanı ve daha hızlı işleyen bir yapı tasarlamak amaçlanmıştır. Bu amaçla işaretçi yapısına uyan platformdan bağımsız NetCDF formatı girdi verisi tercih edilmiştir. Ayrıca, Intel mimarisinin ve derleyicisinin otomatik vektörleştirmede ve duraksız depolamada (streaming stores) sağladığı kolaylıklar ile program optimize edilmiştir. Vektörleştirme, programa paralellik kazandırılmakta, böylece bir komut veya işlem çoklu veri parçalarına uygulanabilmektedir. İşlemler bağımsız çekirdeklerde çalışırken, belleğe yazma işi bitene kadar veriler önbellekte yeniden kullanılmak üzere saklanmaktadır. Diğer yandan söz konusu verilerin tekrar kullanımı gerekmiyorsa önbelleği atlayarak doğrudan RAM’e göndermek (duraksız depolama) hesap işlemini daha verimli kılmaktadır. Duraksız depolama yöntemi Intel derleyicisi (icc) ile tüm hesap döngüler için uygulanmış ve önbellekten tasarruf edilmiştir. Önbellek depolama tekniği yerine duraksız depolama ile işlem hızı 2.5 kat iyileştirilmiştir. Sonuç olarak, ‘tc-cylinder’ topoğrafik düzeltme değerlerinin yüksek çözünürlük ve doğrulukta hızlı ve verimli hesaplanabilmesini sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Topoğrafik Düzeltme, Yüksek Çözünürlüklü SYM, İşaretleyici, Vektörleştirme, Duraksız Depolama

Abstract

In gravity field determination investigations, the requirement for high-accuracy (< 1 mGal) gravity information is increasing. Theoretically, terrain corrections of ground level gravity data can have errors of more than 100 mGal. The primary difficulties to achieving the required accuracy are the resolution of the Digital Elevation Model (DEM), the accuracy of the height information, the lateral density information of the masses, and problems with the calculation methods. Although high-resolution DEMs such as SRTM1" and global/regional density models have recently improved accuracy, the necessity for algorithms based on method and efficiency in terrain correction computations continues.



The 'tc-cylinder' allows the user to compute terrain corrections effectively and accurately on the surface or in the ground, optionally with the specified resolution, height, and density input data. Each of the cylinder segments representing the attributes of grid nodes around the calculation point has average height, density, and location data. Also, the Newton integral requires smaller cylinder segments to measure the gravity effect with high accuracy. If the resolution of DEM is insufficient, the empty compartments are filled with integration to prevent reducing accuracy dramatically. Furthermore, moving away from the calculation point can create a time and storage issue when processing high resolution data. It is intended to design a shorter algorithm, less storage space, and a faster functioning structure by using pointers in the C programming language. Input data in the platform independent NetCDF format that conforms to the pointer structure is ideal for this purpose. In addition, the program is optimized with automatic vectorization and streaming stores owing to the Intel architecture and compiler's convenience. Vectorization adds parallelism to the program, allowing one instruction or operation to be applied to numerous pieces of data at the same time. While processes execute on separate cores, data is stored in cache for reuse until the write-to-memory job is completed. If the data in question does not need to be reused, skipping the cache, and delivering it directly to RAM (streaming stores) speeds up the calculating process. In this study, the streaming stores strategy was used in conjunction with the Intel compiler (icc) for all loops to save caches. Using streaming stores instead of cache storage increased processing speed by 2.5 times. As a result, 'tc-cylinder' effectively calculates terrain corrections with high resolution and accuracy.

Keywords: *Terrain Correction, High-resolution DEMs, Pointers, Vectorization, Streaming Stores*