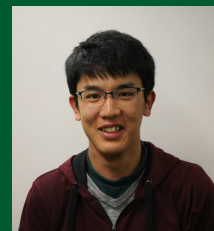




熱帯雨林の森林構造を基にした ボクセルモデルを用いた影をパラメータとする 放射輝度シミュレーション

Takumi Fujiwara・Wataru Takeuchi
IIS, The University of Tokyo



Radiance simulation with shadow effect using a voxel model based on a forest structure on a tropical rain forest

Abstract: In monitoring the Earth's surface using optical satellite imagery, shadows are generated by Sun-Target-Sensor-Geometry. The impact is significant in forests due to the complexity of the 3-D structure. On the other hand, the proportion of shadows in a pixel has the potential to extract parameters related to the forest structure. In order to extract the parameters, it is necessary to investigate the relationship between shadow and radiance. However, few existing radiance simulators are based on the actual forest structure or use shadows as parameters. The aim of this study was to develop a radiance simulator using a voxel model with shadows caused by the forest structure as an attribute. The voxel model was created using the point cloud of the forest obtained by the Structure from Motion method using photographs taken by an Unmanned Aerial Vehicle. To verify these effects, we simulated the Sentinel-2 BOA reflectance for each band and calculated the correlation coefficients. The results showed that the influence of shadows was different for each band. It was found to be best in band 11 at 0.501 and worst in band 4 at 0.140. Using this method, by adding forest types and comparing them with other images acquired around the observation date, it is expected that various structural parameters can be extracted from the shadows proportion in the pixels.

1.はじめに

森林のSun-Target-Sensor-Geometryによって生じる影から、立体構造に関するパラメータを推定することが期待できる。正確なパラメータの抽出には、影と放射輝度との関係を調べる必要がある。しかし、既存の放射輝度シミュレータは、様々な構造パラメータを考慮しているが、影がパラメータに用いられていない。影を再現するためには、森林構造に基づいたモデルが必要である。そこで、本研究では、森林構造を反映したボクセルモデルを用いて反射率をシミュレーションすることを目的としている。

対象とした森林はFig 1に示す熱帯雨林のDipterocarpaceae科の*Hopea ferrea*種である。検証にSentinel-2の表面反射率を用いた。



Figure.1 Overall the study forest

2.反射率のシミュレーションフロー

Fig.2に示すシミュレーションフローに従い、反射率をシミュレートした。Simple Model of the Atmospheric Radiative of Sunshine (SMARTS) codeを用いて直達光と天空光を算出し、それぞれが遮蔽される割合をShadowとShadeとして計算した。

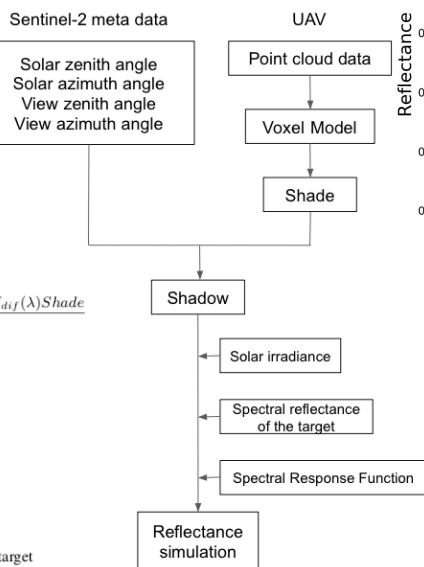


Figure.2 Framework used for simulation for surface reflectance using a voxel model.

where $R_{tar}(\lambda)$ = radiance from target
 λ = wavelength
 $R_e(\lambda)$ = spectral reflectance of the target
 $I_{dir}(\lambda)$ = direct horizon irradiance ($W/m^2/\mu m$)
 $Shadow$ = shielding ratio of direct horizon irradiance
 $I_{dif}(\lambda)$ = diffuse horizon irradiance ($W/m^2/\mu m$)
 $Shade$ = shielding ratio of diffuse horizon irradiance
 θ_r = view zenith angle
 R_{ob} = radiance observed by sensor ($W/m^2/st/\mu m$)
 $SRF(\lambda)$ = spectral response function
 ρ = reflectance
 θ_i = sun zenith angel

3.結果

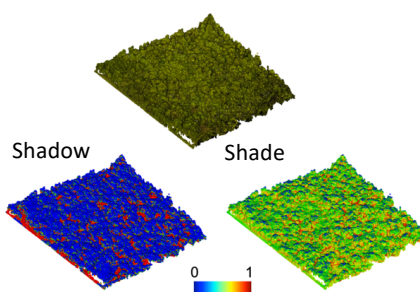


Figure.3 Voxel model of the study forest (top) and shadow and shade calculated for surface reflectance simulation. The maximum and minimum values were one and zero, respectively (down).

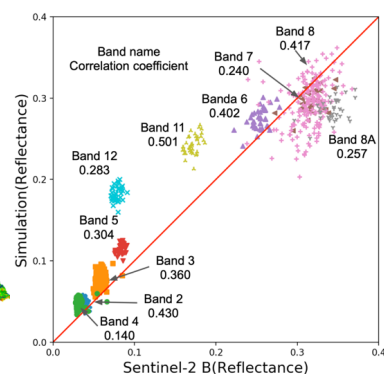


Figure.4 Scatter plot of the simulated reflectance and Sentinel-2 surface reflectance for overall the study forest. Voxel size was 0.2m.

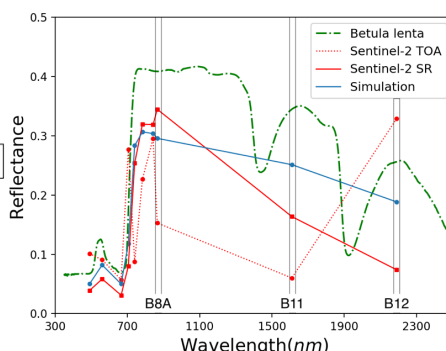


Figure.5 Spectral reflectance of Betula lenta used for simulation (green dashed dotted line). Mean reflectance values of Sentinel-2 TOA (red dotted line), Sentinel-2 SR (red solid line) and simulation result (blue solid line) at overall the study forest. Dot on each line means the mean value at each band.

4.考察と今後の課題

シミュレートした結果から、Shadowが与える影響はバンドごとに異なることがわかった。今後、森林のタイプを増やしたり、観測日前後に取得した他の画像との比較により、森林タイプごとに異なる影の変化と反射率の変化の関係が明らかにすることが期待されます。

ボクセルサイズは 20cmである。シミュレーション用に作成したボクセルモデルをFig 3 に示す。また、Shadow、Shade も示した。Shadow は 0.00, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 の 5 段階であり、Shadeの値は 0.00 から 1.00 までの間である。SCS値は0.00~1.00の間である。

Fig 4は、シミュレーションした反射率とSentinel-2の表面反射率の散布図であり、各バンド名の下には、各シミュレーションした反射率との相関係数が示されている。バンド7,8,8aは過小評価、その他のバンドは過大評価であった。シミュレーションに使用した Betula lenta の分光反射率と対象森林全体でのSentinel-2 TOA, Sentinel-2 SR, シミュレートした反射率の平均分光反射率をFig 5 に示す。