



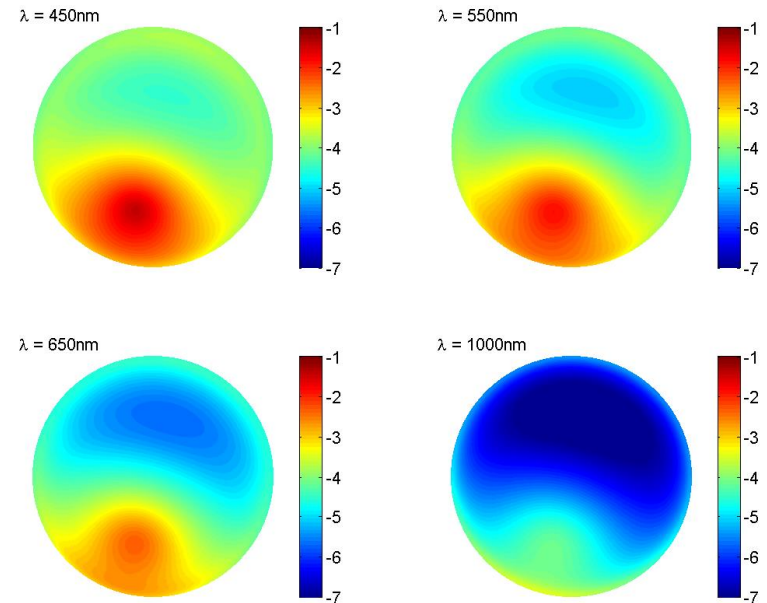
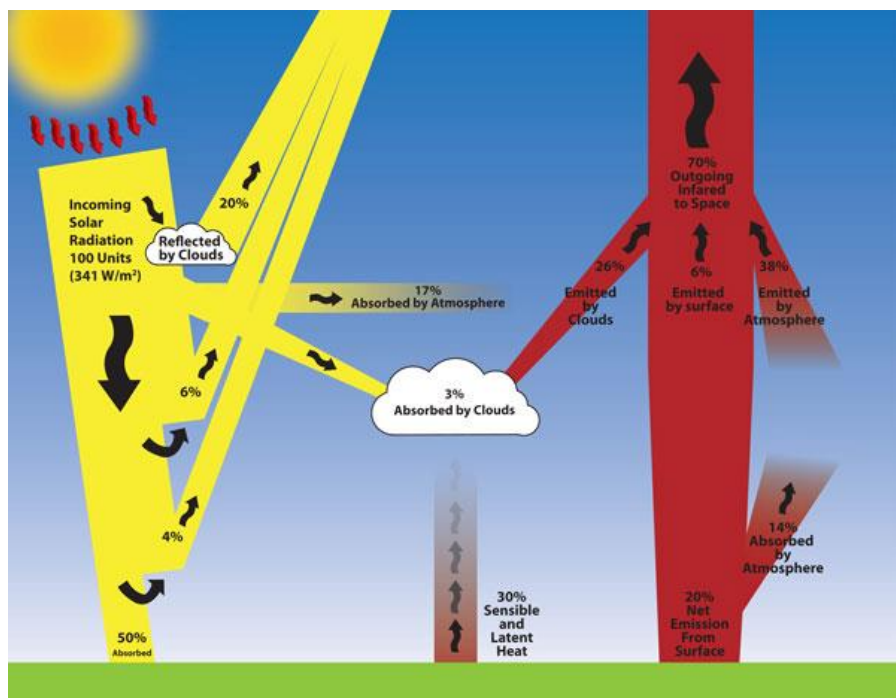
Model Transferu Promieniowania Fu-Liou

Krzysztof Markowicz

Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki
Uniwersytet Warszawski

Modele transferu promieniowania

- Służą do symulacji strumieni oraz radiancji w ośrodkach materialnych (atmosfera, ocean)



Wykorzystanie modeli

- Modele prognoz pogody i klimatu
- Wyznaczanie wymuszeń radiacyjnych dla aerozolu, gazów cieplarnianych i chmur
- Wyznaczanie równowagi radiacyjnej i radiacyjno-konwekcyjnej
- Teledetekcja naziemna i satelitarna (tzw. model forward w zagadnieniach odwrotnych)
- Optymalizacja paneli słonecznych

Rodzaje modeli transferu promieniowania

1. Podział ze względu na rozdzielczość spektralną
 - modele szerokopasmowe
 - modele pasmowe
 - modele linia po linii
2. Podział ze względu na geometrię
 - 1D (płasko równoległy)
 - 2D, 3D
3. Podział ze względu na metodę rozwiązania równania transferu
 - DISORT
 - Monte Carlo
 - 2/4 strumieniowe
 - pojedynczego rozpraszania i kolejnych przybliżeń

Główne moduły modeli transferu promieniowania

- moduł solvera
- moduł komunikacji z użytkownikiem (karty wejściowe i wyjściowe)
- moduł standardowych profili atmosferycznych
- moduł własności optycznych molekuł powietrza (np. HITRAN)
- moduł własności optycznych aerozoli
- moduł własności optycznych chmur
- moduł własności optycznych powierzchni ziemi

Porównanie pasmowych modeli transferu promieniowania

	MODTRAN	STREAMER	FU-Liou
solver	DISORT	DISORT	2/4 streams
number of streams	8	8	2
spectral resolution	up to 1 cm ⁻¹	24 shortwave and 105 longwave bands	6 shortwave and 12 longwave bands
gaseous absorption	correlated-k (17 or 33 k values)	exponential-sum fitting of transmissions ESFT technique	Correlated-k CKD_2.4

Model Fu-Liou

- Wersja on-line <http://www-cave.larc.nasa.gov/cgi-bin/fuliou/runfl.cgi>
- Model oblicza profile pionowe strumieni radiacyjnych w zakresie krótko (SW) i długofalowym (LW)
- Model podczas jednego wywołania liczy następujące 4 przypadki:
 - atmosfera pozbawiona aerozolu i chmur
 - atmosfera pozbawiona aerozolu ale z chmurami
 - atmosfera z aerozolem i pozbawiona chmur
 - atmosfera z aerozolem oraz z chmurami
- Można wyznaczyć 3 wymuszania radiacyjne:
 - chmura + aerozol minus przypadek bez chmury i aerozolu
 - chmura + aerozol *minus* aerozol
 - chmura + aerozol *minus* chmura

Fu-Liou Solver

- 2-stream
- 2-stream GWTSA(Gamma Weighted Two-Stream Algorithm) Shortwave Only
- 4-stream

Profile termodynamiczne

- 5 Standardowych profili:
Tropical, Mid-latitude summer, Mid-latitude winter, Sub-arctic summer, Sub-arctic winter
- Możliwość zadania własnego profilu: ciśnienia, temperatury, pary wodnej (wilgotność właściwa [kg/kg]) i ozonu (stosunek mieszania)

Rozdzielczość spektralna modelu

- Pasma w zakresie krótkofalowym SW:
0.175-0.7, 0.7-1.3, 1.3-1.8, 1.8-2.50, 2.5-3.50, 3.5-4 μm ;
- Podpasma w przypadku pierwszego kanału UV:
0.1754-0.2247, 0.2247-0.2439, 0.2439- 0.2857, 0.2857-
0.2985, 0.2985- 0.3225, 0.3225- 0.3575, 0.4375- 0.4975,
0.4975- 0.5950, 0.5950-0.7 μm
- Pasma w zakresie długofalowym LW:
- 2200-1900, 1900-1700, 1700-1400, 1400-1250, 1250-1100,
1100-980, 980-800, 800-670, 670-540, 540-400, 400-280,
280-0 cm^{-1}

Moduł aerozolowy

- Obecna wersja kodu zawiera 25 rodzajów aerozolu. Każdy z nich opisuje znormalizowana zmienność spektralną współczynnika ekstynkcji, rozpraszania i absorpcji
- Wielkości te są skalowane przez zdanie grubości optycznej dla każdego rodzaju aerozolu podawaną dla długości fali 550 nm
- Profil pionowy można zadać jako profil zmian grubości optycznej liczonej od górnej granicy atmosfery do danego poziomu modelu. Wartość ta wyrażona jest w procentach.
- Wersja on-line kody zawiera jedynie dwa rodzaje aerozolu, zaś profil jest wykładniczy z możliwością zadania skali wysokości.

Rodzaje aerozolu

- 1. Maritime (8 sets of RH dependent properties)
- 2. Continental (8 sets of RH dependent properties)
- 3. Urban (8 sets of RH dependent properties)
- 4. 0.5 Micron Mineral_Dust
- 5. 1.0 Micron Mineral_Dust
- 6. 2.0 Micron Mineral_Dust
- 7. 4.0 Micron Mineral_Dust
- 8. 8.0 Micron Mineral_Dust
- 9. 'inso' Insoluble
- 10. 'waso' Water Soluble (8 sets of RH dependent properties)
- 11. 'soot' Soot
- 12. 'ssam' Sea Salt (Accumulation Mode) (8 sets of RH dependent properties)
- 13. 'sscm' Sea Salt (Coarse Mode) (8 sets of RH dependent properties)
- 14. 'minm', Mineral Dust (Nucleation Mode)
- 15. 'miam', Mineral Dust (Accumulation Mode)
- 16. 'micm' Mineral Dust (Coarse Mode)
- 17. 'mitr' Mineral Dust (Transported Mode)
- 18. 'suso' Sulfate Droplets (8 sets of RH dependent properties)
- 19. 0.5 Micron Mineral_Dust (Lacis 2004)
- 20. 1.0 Micron Mineral_Dust (Lacis 2004)
- 21. 2.0 Micron Mineral_Dust (Lacis 2004)
- 22. 4.0 Micron Mineral_Dust (Lacis 2004)
- 23. 8.0 Micron Mineral_Dust (Lacis 2004)
- 24. [0.1-0.5]um bin of LogNorm Dist to Lacis Dust for $re=0.298$ $\sigma=2$
- 25. [0.5-5.0]um bin of LogNorm Dist to Lacis Dust for $re=0.298$ $\sigma=2$

Moduł chmurowy

- Chmury mogą przekrywać się w pionowej kolumnie modelu (w podstawowej wersji max 2 poziomy)
- Zadawana jest grubość optyczna chmury w zakresie widzialnym lub wodność w $[g/m^3]$
- Wysokości chmur jest zadawana poprzez podanie wysokości podstawy i górnej granicy chmury w współrzędnych ciśnieniowych [hPa]
- Faza chmury: wodna lub lodowa
- Wielkość cząstek
 - efektywny promień kropel R_e ustawiany w zakresie: 5-30 μm
 - efektywna średnica kryształów lodu D_e ustawiana w zakresie 20-180 μm

Moduł powierzchni ziemi

- Albedo powierzchni ziemi:
- Z bazy danych IGBP (International Global Biosphere Product) category.
- Stałe albedo spektralne zadane przez użytkownika
- Klasyfikacja IGBP:
- VERGREEN NEEDLE, EVERGREEN BROAD, DECIDUOUS NEEDLE, DECIDUOUS BROAD, MIXED FOREST , CLOSED SHRUBS, OPEN/SHRUBS, WOODY SAVANNA, SAVANNA, GRASSLAND, WETLAND, CROPLAND, URBAN, CROP MOSAIC, ANTARCTIC SNOW, BARREN/DESERT, OCEAN WATER, TUNDRA, FRESH SNOW, SEA ICE
- Dla typu ocean: należy podać następujące wielkości: prędkość wiatru, koncentracje chlorofilu.

Dodatkowe informacje

- W modelu można zadać koncentracje CO₂
- Zadanie pozostałych wielkości wymaga ingerencji w kod programu (Fortran 90)

Ustawienie symulacji w kodzie Fu-Liou

- Wybór profilu termodynamicznego, podkatalog /testatms