

Metode computaționale pentru optimizarea, procesarea și validarea semnalelor lidar

Abstract

Capacitatea sistemelor laser/telescop de a sonda în adâncime oceanele și altitudini impresionante din atmosferă a deschis un domeniu major al opticii aplicate. Tehnologia lidar (**Light Detection And Ranging**) face posibilă obținerea rapidă de profile ale parametrilor meteorologici (de ex. temperatură și vânt) sau ale proprietăților optice ale constituenților atmosferici (gazoși sau aerosoli). Aplicațiile teledetecției optice sunt în expansiune în domenii precum meteorologia, monitorizarea globală a ozonului și schimbărilor climatice, poluarea urbană și industrială, studiul fundamental al proceselor dinamice în medii neomogene.

Scopul acestei teze de doctorat este de a prezenta metode noi de diagnosticare, optimizare și procesare a semnalelor lidar, cu accent aplicativ pe detecția aerosolilor. Metodele elaborate, deși testate pe date lidar de aerosoli, sunt perfect aplicabile pe orice tip de sistem lidar, deoarece principiul este esențial același. În acest scop am realizat un pachet software original pentru preprocesarea și procesarea semnalelor lidar, bazat pe o serie de subrutine corespunzătoare metodelor de reducere a zgomotului și de optimizare a semnalului prin aplicarea unor algoritmi de corecție legați de geometria sistemului, în particular funcția de suprapunere.

Au fost elaborate proceduri noi: de verificare a calității semnalului corectat la factorul de suprapunere și la zgomotul de fond, de procesare prin metoda Fernald-Klett sau metoda LiSA îmbunătățită (prin implementarea modelului OPAC- Optical Properties of Aerosol and Clouds) și de validare prin metode statistice, gaussiene sau wavelet. Acestea au fost ulterior aplicate unor seturi de măsurători reale și a fost testată stabilitatea algoritmilor în situația unor intruziuni de aerosol în troposfera liberă sau de nori la altitudini medii și mari. Algoritmii de determinare a straturilor de nori și aerosoli și de validare statistică au fost utilizați pentru a identifica cu precizie altitudinea straturilor dense sau mai puțin dense din troposfera liberă. Pentru unele din aceste cazuri s-a putut determina inclusiv sursa de proveniență a straturilor, utilizând programul de calcul înapoi al traiectoriilor HYSPLIT. Acestea au fost primele studii care au demonstrat intruziunile de praf saharian în România. Rezultatele obținute au fost confirmate și de către rețeaua de sisteme lidar din Europa – EARLINET (**E**uropean **A**erosol **R**esearch **L**idar **N**etwork), care include sistemul lidar LiSA din Departamentul de Teledetecție din INOE în care își desfășoară activitatea autoarea acestei teze.

Computational methods for lidar signal optimisation, processing and validation

Abstract

The ability of a laser/telescope system to sound ocean depths and high altitudes in the atmosphere has opened an important domain of applied optics. Lidar (**Light Detection And Ranging**) technology permits to obtain real time profiles of meteorological parameters (e.g. temperature and wind) or real time profiles of optical properties of atmospheric constituents (gases and aerosols). Optical remote sensing has new applications in meteorology, ozone global monitoring and climate change, urban and industrial pollution, fundamental research of dynamic processes in non-homogeneous media.

The goal of this thesis is to present new and original methods for the diagnosis, optimization and processing of lidar signals, with emphasis on aerosols detection. These methods, although tested on aerosol lidar data, can be applied to any lidar signals, because the principle is the same. In this propose, an original software package for preprocessing and processing data was created. It includes a large number of subroutines related to various methods of noise reduction and signal optimization, using correction algorithms for the system geometry, particularly the overlap function.

New procedures were developed for signal quality checking after overlap and background correction, for Fernald-Klett and LiSA signal processing and for statistical, Gaussian and wavelet validation. These were further used on real lidar data aiming at testing the stability of the algorithms for cases of aerosols intrusion in the free troposphere or medium and high altitude clouds. Layer detection and validation algorithms were used to identify with high precision the altitude of dense or sparse layers in the free troposphere. For some of the cases, the source of these events was also determined using the backtrajectories analysis program HYSPLIT. These studies evidenced for the first time Saharan dust intrusions in Romania.

The results of this analysis were confirmed by the European Lidar Systems Network EARLINET (**E**uropean **A**erosol **R**esearch **L**idar **N**etwork), that includes the LiSA system of the Department of Remote Sensing of INOE, the Laboratory where the author performs the reserch activity.