

Předzpracování obrazových záznamů

Petr Dobrovolný



Zdroje nepřesností a „chyb“ v obrazových záznamech

- Technické problémy
- Samotná podstata snímání
- Atmosférické vlivy

- Chyby systematické
- Chyby náhodné (šum – noise)
- Chyby vnitřní a vnější

Základní metody předzpracování obrazu

1. Radiometrické korekce
2. Atmosférické korekce
3. Geometrické korekce

Radiometrické korekce obrazu

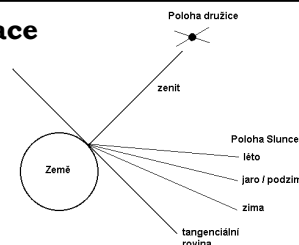
- Cíl - úprava DN hodnot v obrazovém záznamu tak, aby co nejvíce odpovídaly skutečným odrazovým či zářivým vlastnostem objektů.
- Naměřené hodnoty odrazivosti objektů závisí na přesné kalibraci měřicího zařízení.
- Kalibraci provádí většina systémů automaticky, například periodickým snímáním určitých referenčních ploch o známých radičních vlastnostech.

1. Kompenzace sezónních rozdílů
2. Odstranění náhodných chyb

Kompenzace sezónních rozdílů

- Jsou důležité pro studium časových změn, při zpracování více obrazových záznamů z různé části roku.
- Zpracovávané obrazové záznamy mají velmi rozdílné DN hodnoty pro stejné povrchy.
- Tyto rozdíly jsou dány mimo jiné rozdílnou výškou Slunce v závislosti na roční době.
- Efekt měnící se vzdálenosti Země – Slunce lze ve většině běžných úloh zanedbat.

Algoritmy kompenzace sezónních rozdílů



1. Výška Slunce je normalizována na pozici družice v zenitu například dělením každého záznamu sinem výšky Slunce. Informace o výšce Slunce je pro každou scénu zapsána v hlavičce souboru.
2. Jiným způsobem, jak eliminovat efekt výšky Slunce, je použití podílů původních pásem multispektrálního obrazu.

Odstranění náhodných radiometrických chyb

- Obrazové záznamy mohou obsahovat nepřesnosti víceméně náhodné povahy.
- Jejich projevem mohou být „radiometricky“ nepřesné či chybějící DN hodnoty jednotlivých obrazových prvků či celého řádku záznamu.

Hlavní typy radiometrických chyb v obraze:

1. Bitové chyby
2. Chybějící řádek
3. „Páskování obrazu“ - stripping

Kompensace bitových chyb

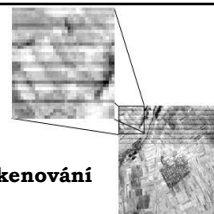
- Projevují se výrazně odlišnými DN hodnotami jednotlivých obrazových prvků
- Často jsou nepravidelně rozmístěny v obraze
- K identifikaci slouží analýza histogramu
- K odstranění se používá speciálních druhů filtrace (viz. dále)

Nahrazení chybějícího řádku



1. Průměrování DN hodnot odpovídajících si pixelů nad a pod chybějícím řádkem
2. Sestavení regresní závislosti mezi dvěma pásmy obrazu

Efekt páskování

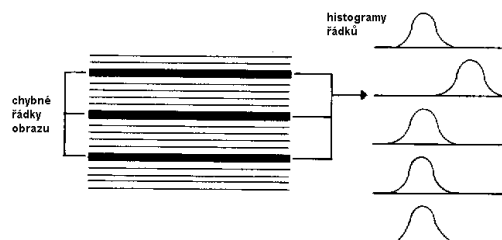


- Chyba typická pro tzv. příčné skenování mechanooptickými skenery.
- V případě chybné kalibrace jednoho ze senzorů se ve výsledném obraze objeví opakující se řádek s vyššími (světlejší) či nižšími (tmavší) DN hodnotami.
- Chyba může být typická pro určitý typ senzoru. V případě obrazových záznamů z LANDSAT TM, má periodu osmi řádků.

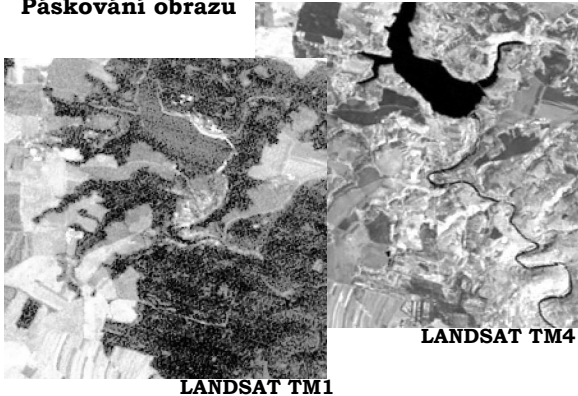
Kompensace efektu páskování

- Páskování je patrné především v částech obrazu snímajících rozsáhlé homogenní plochy s nízkou odrazivostí (voda).
- K odstranění efektu je možné použít algoritmus založený na výpočtu histogramu a základních statistických charakteristik pro řádky vznikající jednotlivými detektory.
- Histogram řádků, které byly naměřeny detektorem s rozdílnou senzitivitou, je oproti ostatním histogramům posunut do vyšších či nižších hodnot.
- Úpravou průměru či přizpůsobením histogramu (viz dále) daného řádku lze uvedené horizontální páskování do značné míry potlačit.

Kompensace efektu páskování (úprava histogramu)

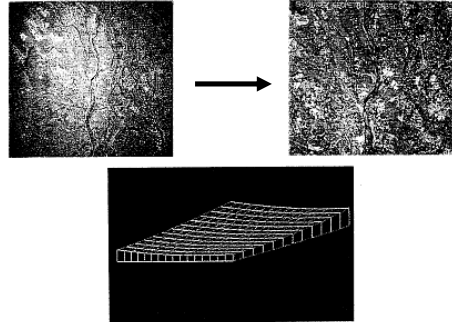


Páskování obrazu



Kompensace dalších vlivů na radiometrii obrazu

vignetace, sluneční skvrna, ...



Obecné poznámky ke kompenzaci radiometrických chyb

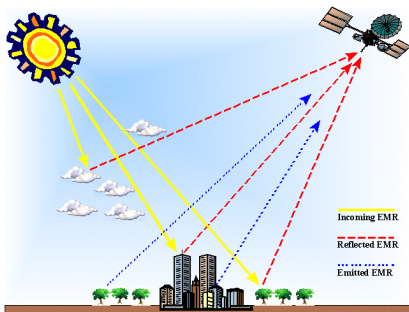
- Opravy radiometrických nepřesností je nutné provádět ještě před geometrickou korekcí
- V průběhu geometrické transformace dochází většinou k rotaci obrazu, při níž by chyby z jednoho řádku byly zaneseny do částí více řádků.
- V případě elektrooptických skenerů (podélného skenování) je odstranění těchto nepřesností náročnější protože nemá pravidelný charakter.
- Mocným nástrojem k potlačení radiometrických chyb jsou Fourierovy filtrace (viz. dále)



Vliv geometrické korekce na chybějící řádek v obraze

Atmosférické korekce

Efekty atmosféry způsobují, že naměřené hodnoty radiálních či zářivých vlastností objektů neodpovídají vlastnostem skutečným.



Atmosférické korekce

- Atmosféra modifikuje naměřené DN hodnoty procesy pohlcování a rozptylu.
- Intenzita vlivů pohlcování a rozptylu závisí především na vlnové délce a rozměru rozptylujících částic.
- Kompensace atmosférických vlivů je nutná v případě „kvantitativního dálkového průzkumu Země“ – například při měření radiální teploty
- V případě tématického mapování zemského povrchu je důležitá pro snímky z optické části spektra (krátké vlnové délky).

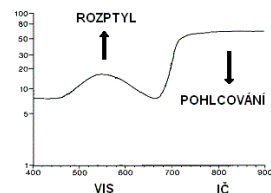
Výhody eliminace atmosférických vlivů

- porovnatelnost více snímků z různých časových horizontů
- porovnatelnost více snímků z různých senzorů
- zvýšení přesnosti klasifikace základních druhů povrchů
- výpočet absolutních hodnot odrazivosti

Aplikace:

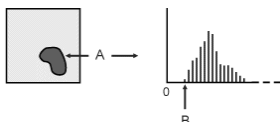
- monitorování životního prostředí
- odhady úrody a růstové modely
- monitorování škod v lesnictví
- monitorování erozí ohrožených ploch
- modelování klimatu

Možnosti eliminace atmosférických vlivů



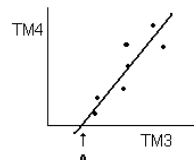
1. Metoda nejtmašího pixelu
2. Regresní analýza
3. Modelování atmosférických podmínek

Metoda nejtmašího pixelu



- Je založena na fyzikálním poznatku, že vyzařování vodních objektů v oblasti blízkého infračerveného záření je rovno téměř nule.
- Je-li tedy možné ve scéně nalézt alespoň jednu dostatečně hlubokou vodní plochu, potom signál přijatý senzorem lze považovat za příspěvek atmosféry.
- Zjištěná hodnota radiometrické charakteristiky je tedy odečtena od všech obrazových prvků.

Metody založené na regresní analýze.



Korelační pole pixelů IČ snímku (osa y) a snímku z viditelné části spektra (osa x). Proložena rovnice přímkou protíná osu x v hodnotě A, která odpovídá příspěvku atmosféry.

Metody mohou být založeny také na sestavení regresního vztahu mezi daty naměřenými distančními metodami a daty z pozemních měření konaných nejlépe v době přeletu družice.

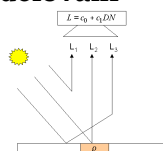
Modely atmosférické korekce

- Fyzikální modely, které simulují procesy pohlcování a rozptylu záření v atmosféře
 - Potřebují meteorologická data
- Výše uvedené jednoduché empirické metody předpokládají konstantní vliv atmosféry na celé ploše snímku
 - Při korekcích je nutné zohlednit také změny atmosférických vlivů v závislosti na vlnové délce
 - princip atmosférických korekcí - transformace DN hodnot ve dvou krocích:
 1. Převod zaznamenaných DN hodnot na zářivé vlastnosti (RADIANCE)
 2. Převod zářivých vlastností na skutečné odrazivé vlastnosti snímaného povrchu (REFLECTANCE)

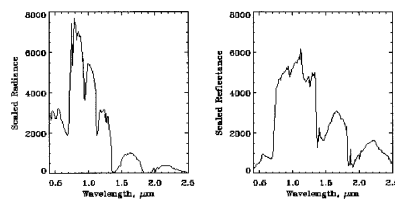
Atmosférické korekce - modelování

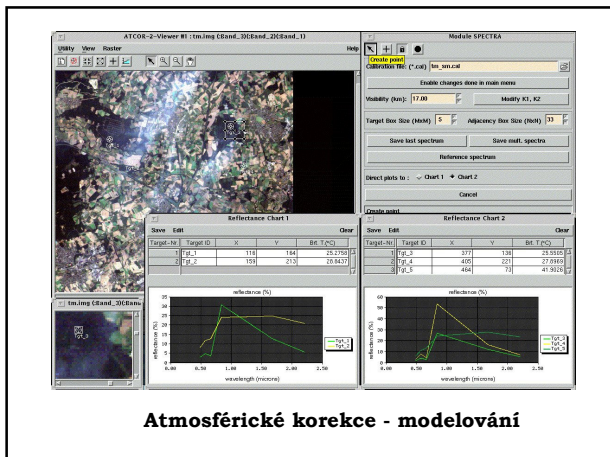
Ad 1) L jako lineární kombinace DN hodnot

$$L = c_0 + c_1 DN$$



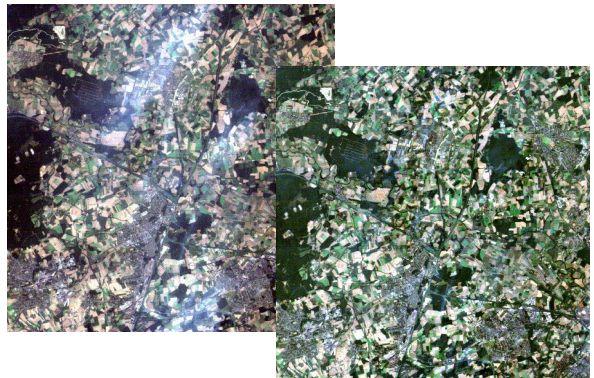
Ad 2) odhad (výpočet) optických vlastností atmosféry a výpočet skutečné odrazivosti inverzní procedurou





Atmosférické korekce - modelování

Atmosférické korekce - modelování



Modelování stavu atmosféry

Za pomoci meteorologických dat (teplota, vlhkost vzduchu, zákalový faktor, znečištění), pořízených v době vytváření obrazového záznamu, lze parametrizovat vlivy atmosféry.

Uvedené hodnoty spolu s DN hodnotami obrazového záznamu potom vstupují do numerických modelů, které na výstupu poskytují korigovaná data o radiačních či zářivých vlastnostech objektů.

Příklady atmosférických modelů:

- ATCOR2 (optická data)
- ATREM (hyperspektrální data)
- LOWTRAN
- MODTRAN

Modelování stavu atmosféry

Za pomoci dat naměřených speciálních snímacích zařízení palubě družice:

NOAA – AVHRR

Pro atmosférické korekce a výpočet SST:

HIRS – High Resolution Infrared Radiometer Sounder

Provádí měření hustoty aerosolů v VIS a IR a množství vodní páry v TERM části spektra

Metody založené empirii

Založeny na různém ovlivnění DN hodnot atmosférou v jednotlivých pásmech

- Analýza hlavních komponent
- Obrazové podíly

Obecné poznámky k atmosférickým korekcím

- Cílem všech atmosférických korekcí je získat z původních naměřených dat tzv. absolutní hodnoty odrazivosti či vyzařování objektů.
- Pomocí těchto absolutních hodnot lze následně vyjádřit některé vlastnosti těchto objektů v kvantitativní podobě (množství biomasy, povrchovou radiační teplotu, vodní obsah atd.)
- Efekty atmosféry jsou však našťastí ve srovnání s např. efektem výšky Slunce malé a v řadě aplikací je možné je zanedbat.
- Zvláštní význam však mají tyto korekce především pro meteorologická a hyperspektrální obrazová data.