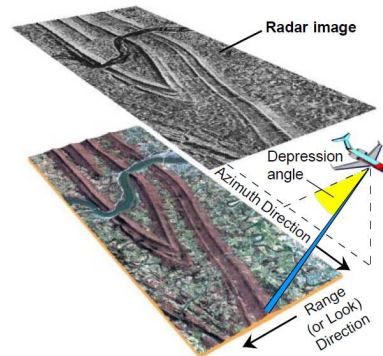


Analyza radarových obrazových záznamů

Specifika:

- Odlišná geometrie
- Nelze hovořit o teorii spektrálního chování objektů
- Výrazná textura (speckle) snímků
- Odlišný způsob interakce záření s objekty na zemském povrchu
- Zaznamenání fyzikálních vlastností (drsnot povrchu, orientace k dopadajícímu záření, elektrické vlastnosti apod.)

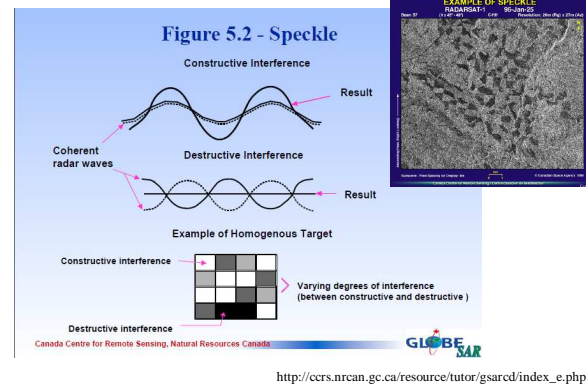
Geometrie radarových obrazových záznamů



Základní etapy zpracování radarových snímků

- radiometrické korekce a potlačení šumu
- geometrické korekce
- zvýrazňování snímků a zpracování textury
- vizuální analogová interpretace
- klasifikace snímků
- integrace s optickými daty

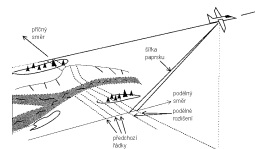
Analyza radarových obrazových záznamů



Radiometrické korekce a potlačení šumu

- **multilooking** - průměrování několika tzv. pohledů (looks) – tj. obrazů stejného objektu pořízeného různými radarovými signály.
- speciální druhy **nízkofrekvenční** filtrace
- **adaptivní filtry** – definují lokální míry heterogenity s cílem potlačit vysokofrekvenční šum při zachování radiometrické a texturální informace ve snímku
- definování **textury** (např. pomocí GLCM matice)

Potlačení šumu – multilooking



Radarový snímek má odlišné rozlišení ve směru příčném (range direction) a podélném (azimuth direction).

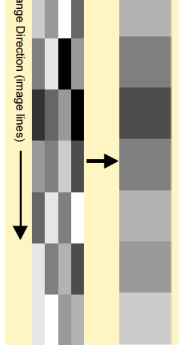
Principem „multilooking“ je průměrování hodnot sousedních (3-4 řádků) v podélném směru.

Tato operace je většinou prováděna standardně již při vytváření snímků.

Multi-look Processing

Group of 4 single-look image lines

Resulting multilook image line



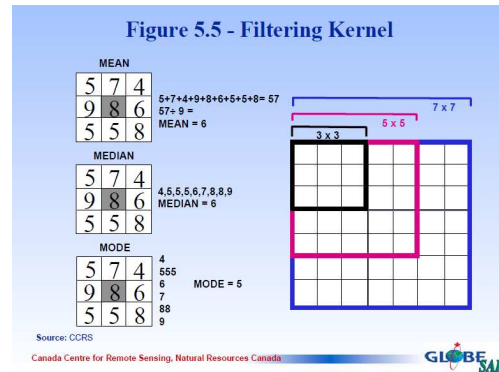
Potlačení šumu – filtrace

- **neadaptivní filtry** („globální“, používají statistiku celého snímku, nepracují s lokálními specifiky, které jsou dány např. terénem, vlhkostními poměry atp.): průměrový, mediánový filtr
- **adaptivní filtry** („lokální“): Frost, Lee, Map Gamma, local mean and local median filters



Princip „rotujícího“ okna

Potlačení šumu – filtrace



Source: CCRS

Canada Centre for Remote Sensing, Natural Resources Canada

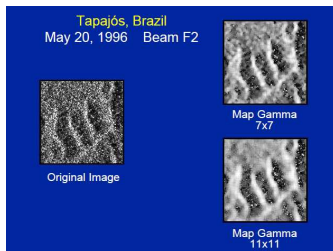


http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Potlačení šumu – filtrace

Adaptivní filtry:

Princip: potlačit šum v homogenních plochách snímku a zachovat variabilitu DN hodnot na hranách



Gamma filtr (dále např. Frost filter, Lee filter)

http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Potlačení šumu – filtrace

Adaptivní filtry:

Most Well-known Filters: The Frost Filter

❖ Principle

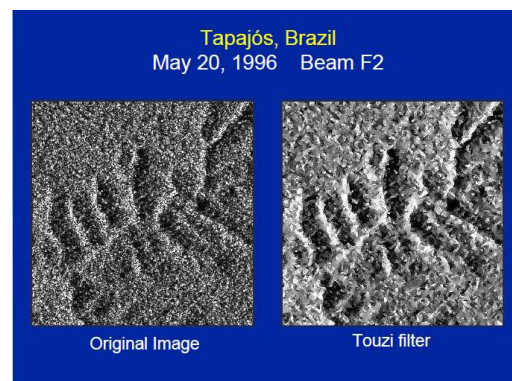
- The unspeckled pixel value is estimated using a subwindow of the processing window.
- The size of the subwindow varies as a function of target local heterogeneity measured with coefficient of variation:
 - the larger the coefficient of variation, the narrower the processing subwindow

http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Detekce hran – vysokofrekvenční filtrace

- Slouží k segmentaci snímků, ke klasifikaci
- „Klasické“ vysokofrekvenční filtry mají omezení použití, je nutné nejdříve potlačit šum (nízkofrekvenční filtrace)
- Díky značnému podílu šumu generují vysokofrekvenční filtry „nepravé“ (false) hrany
- **Ratio edge detector** – oproti běžně používaným adaptivním filtrům předpokládá tzv. nestacionaritu (tj. variabilita hodnot na snímku není všude stejná, ale mění se)

Detekce hran – vysokofrekvenční filtrace



http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Textura na radarových snímcích

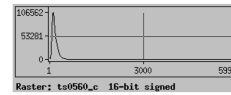
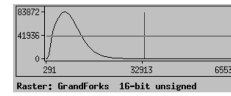
Textura jako plošná tónová proměnlivost má na radarových snímcích dvě komponenty:

- prostorovou variabilitu tónů danou radarovým echem každého objektu
- šum (speckle)

Metody k definování textury na radarových snímcích:

- **Co-occurrence matrix (GLCM)**
- Grey level difference vector (GLDV)
- Neighbouring grey level dependence matrix (NGLDM)
- Spatial correlation function

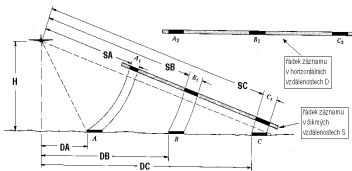
Histogram radarových snímků



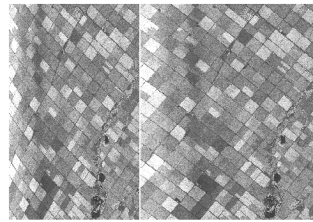
Geometrické či elektrické vlastnosti povrchů mohou způsobovat extrémně silné radarové echo; histogram radarových snímků má výrazně asymetrický tvar.

Asymetrický tvar histogramu vyžaduje nelineární zvýraznění

Geometrické korekce radarových snímků I



Transformace radarového obrazového záznamu, vyjádřeného v šikmých vzdálenostech do snímku ve skutečných pozemních (horizontálních) vzdálenostech



Geometrické korekce radarových snímků II

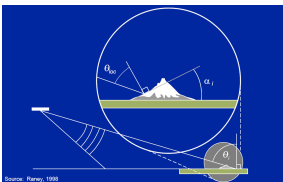


Efekt lokálního úhlu dopadu

http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Geometrické korekce radarových snímků II

Korekce vlivu lokálního úhlu dopadu radarového paprsku



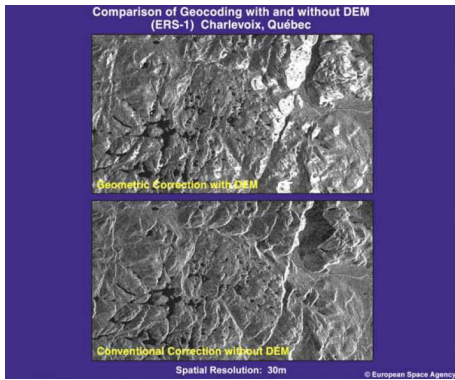
Lokální úhel dopadu nejvíce ovlivňuje výslednou hodnotu radiometrické charakteristiky každého obrazového prvku charakteristiky

Ke korekci vlivu lokálního úhlu dopadu je zapotřebí znát výškové poměry území v podobě modelu terénu a parametry definující geometrii snímání konkrétního systému (specifické informace o nosiči a senzoru- **Radargrammetric Method**)

Geometrické korekce radarových snímků

- vlastní transformace obrazu využívá vřícovacích bodů
- nutnost použití výškového modelu terénu (umožňuje korigovat efekty jako např. tzv. zhuštění signálu)
- k převzorkování není vhodná metoda nejbližšího souseda, ale algoritmy založené na průměrování
- lze využít algoritmus $\sin(x)/x$ s velikostí okna 16 resp. 18 pixelů.

Geometrické korekce radarových snímků



http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Porovnání metod geometrické korekce radarových snímků

Polynomial Method

- Does not model the viewing geometry
- Not related to the distortions
- Does not introduce ephemeris data
- Does not use DEM
- Corrects image locally at the GCPs
- May require many GCPs
- Sensitive to GCP distribution

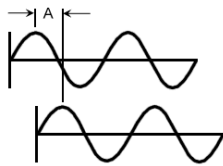
Radargrammetric Method

- Models the viewing geometry
- Reflects the distortions
- Uses ephemeris data
- Uses DEM
- Corrects the image globally
- Needs few (5-8) GCPs
- Not sensitive to GCP distribution

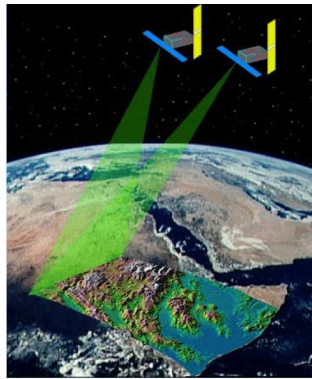
http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Zpracování radarových snímků

Extrahování topografické informace (modelování výškových poměrů) - **INTERFEROMETRIE**



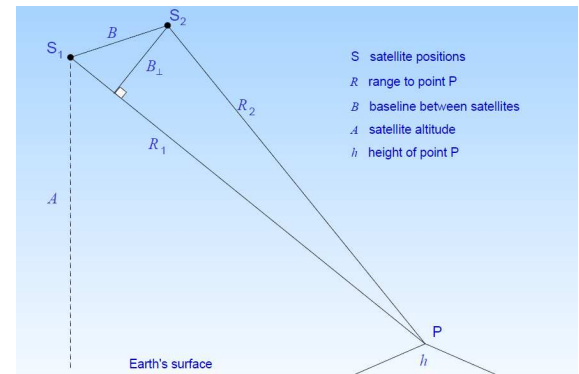
Nositel informace o výšce je rozdíl ve fázi dvou radarových signálů



Drawing courtesy of Prof. Howard Zebker, Stanford University

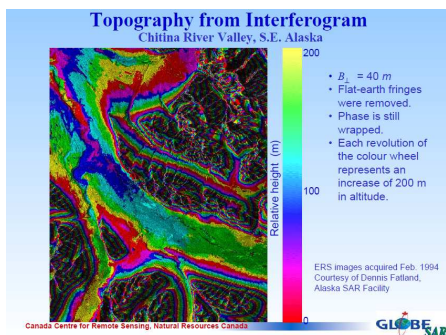
http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Geometrické základy interferometrie



http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Digitální zpracování radarových snímků



http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/gsarcd/index_e.php

Vizuální interpretace radarových snímků

Hlavní interpretační znaky:

- textura
- tón
- tvar
- velikost

Vzhled povrchů (objektů) na radarových snímcích budou ovlivňovat dvě skupiny parametrů:

- vnitřní (frekvence, polarizace, úhel dopadu, azimut)
- vnější (drsnost, vodní obsah, topografie, vodivost)

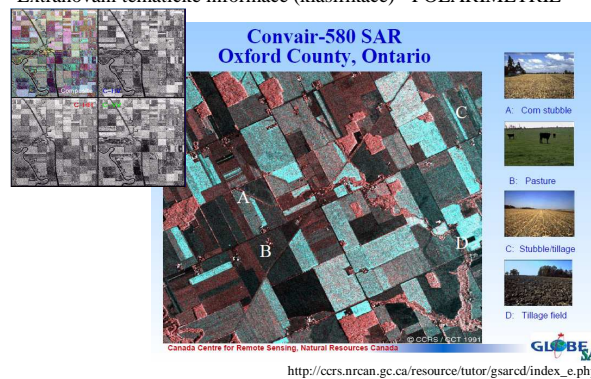
Klasifikace radarových snímků

Vyžaduje více snímků v příznakovém prostoru.
Ty lze získat např.:

- jako sérii snímků z různých časových horizontů
- transformací (výpočtem měř textury)

Digitální zpracování radarových snímků

Extrahování tematické informace (klasifikace) - POLARIMETRIE



Integrace radarových snímků s jinými obrazovými daty

- transformace barevného systému RGB a IHS

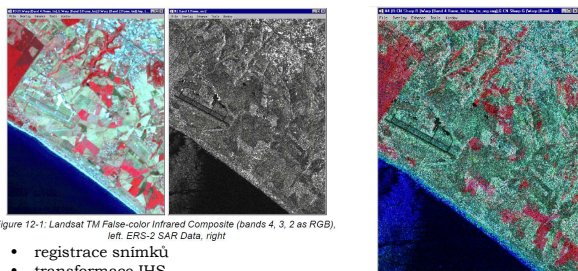


Figure 12-1: Landsat TM False-color Infrared Composite (bands 4, 3, 2 as RGB), left; ERS-2 SAR Data, right

- registrace snímků
- transformace IHS
- nahrazení složky intenzity radarovým snímkem

Fused Landsat CIR image with ERS-2 Data to improved texture