

TerraSAR-X干渉画像を用いた 高層建物の高さ抽出

リュウ・ウェン, 鈴木 賢太郎, 山崎 文雄

千葉大学大学院 工学研究科

笹川 正

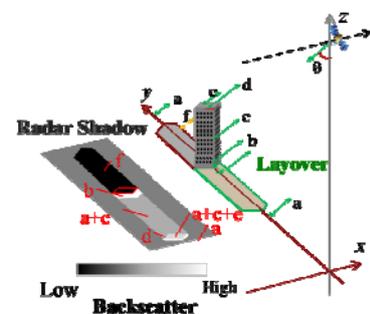
(株)パスコ

研究の背景と目的

- SARセンサの斜め観測特性により、建物が画像上における倒れ込みの長さから建物の高さを推定できる。
- 建物を低層と高層建物に分け、それぞれの高さ推定手法を提案し、サンフランシスコの高解像度TerraSAR-X画像に適用した。

光学画像

SAR強度画像



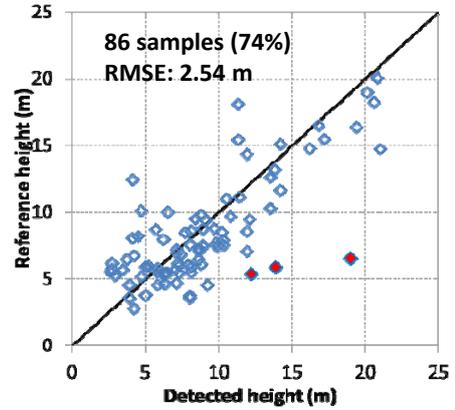
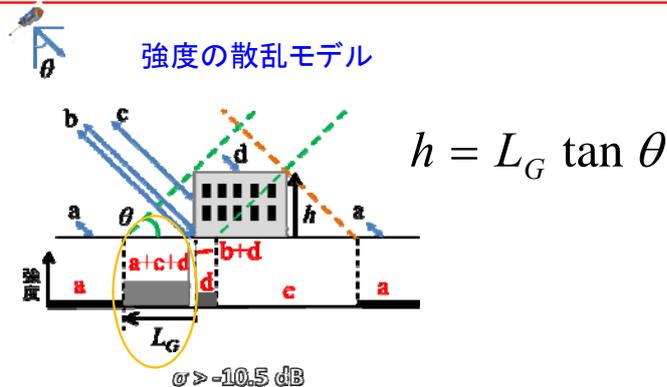
$$L_S = h \cos \theta \quad L_G = h / \tan \theta$$

- 提案した高層建物における推定手法を改善し、より高精度で高さの検出を試みた。

既往研究① 低層建物

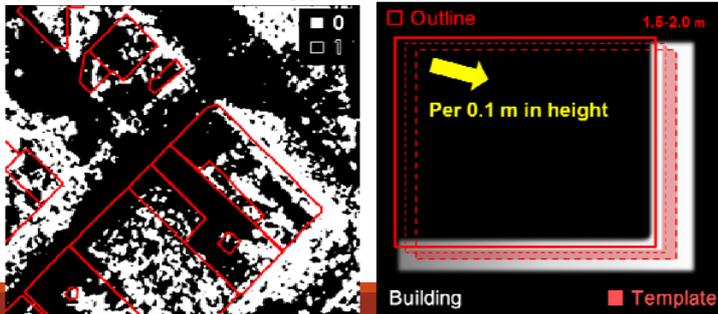
リュウと山崎 (2014)

建物の倒れ込み抽出 ⇒ 倒れ込み長さの推定 ⇒ 建物高さの推定
(強度) (GIS建物輪郭)



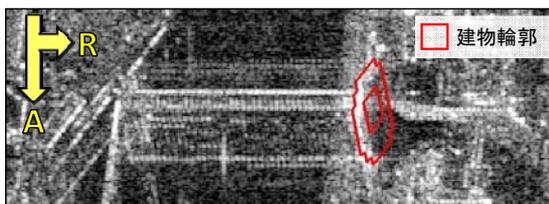
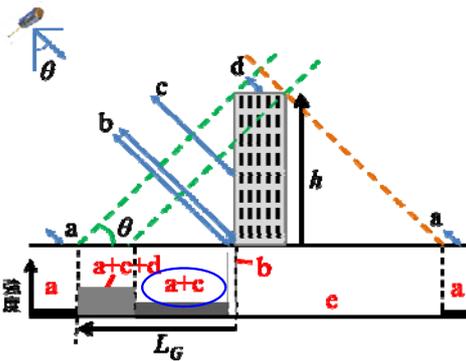
リュウと山崎の研究の推定精度

中低層建物における効率的な高さ推定が可能



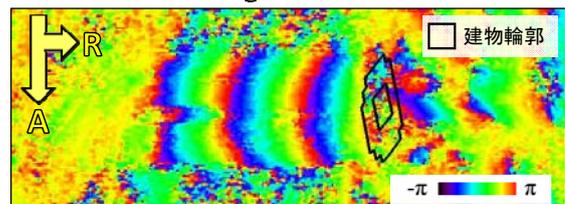
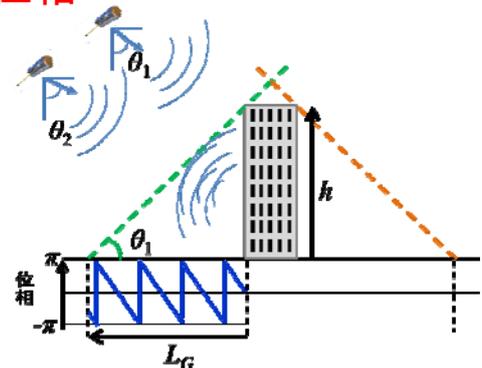
既往の研究② 高層建物1

強度



強度が弱い領域が存在
⇒ 閾値による抽出が困難

干渉位相



位相変化が一定
⇒ 閾値による抽出が可能

既往の研究② 高層建物2

倒れ込み抽出

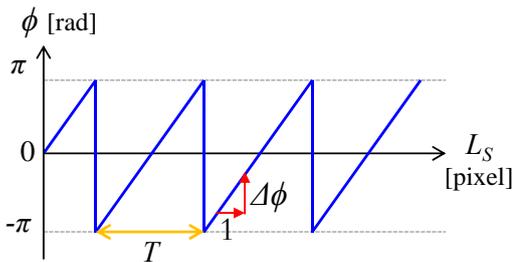
位相差

$$\Delta\phi = \frac{4\pi a B_{\perp}}{\lambda H \sin \theta}$$

干渉縞長さ

$$T = \frac{\lambda H \sin \theta}{2a B_{\perp}}$$

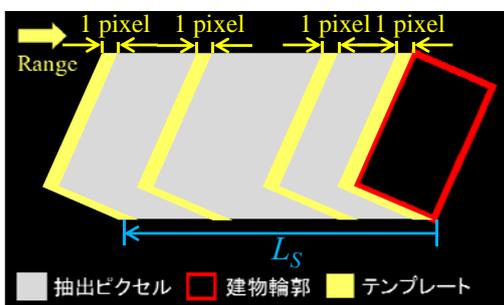
ϕ : 位相(rad) B_{\perp} : 垂直軌道間距離(m) H : 衛星高さ(m)
 a : 解像度(m/pixel) λ : レーダの波長(m) θ : 入射角(rad)



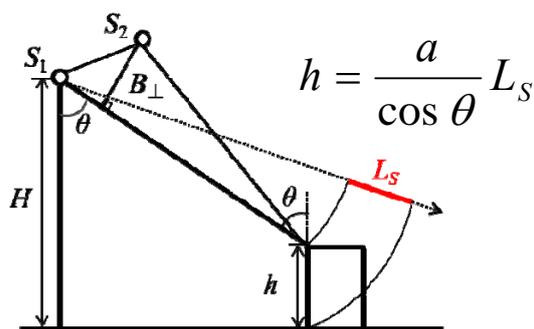
建物高さ推定

倒れ込み長さ判定

p =抽出ピクセル/テンプレート面積

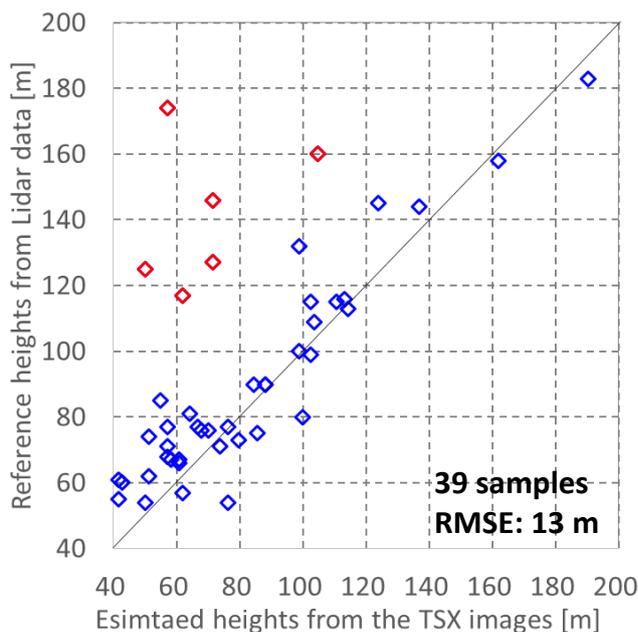
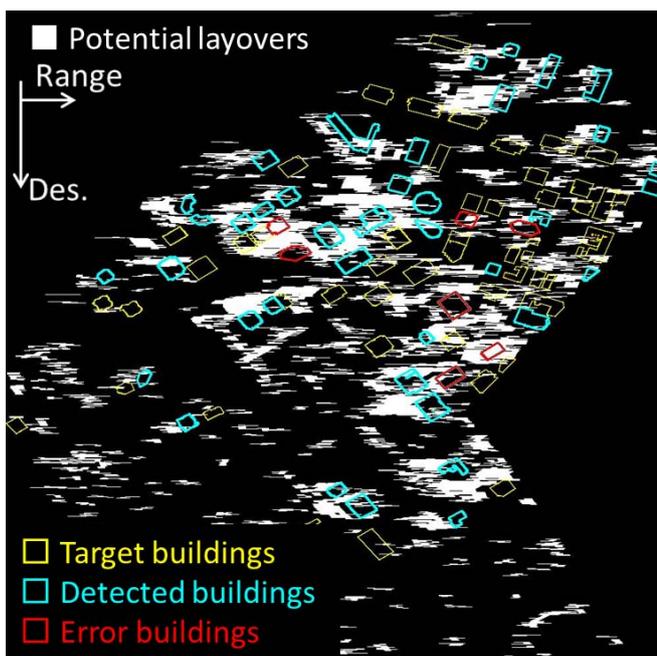


建物高さ推定



5

既往の研究② 高層建物2

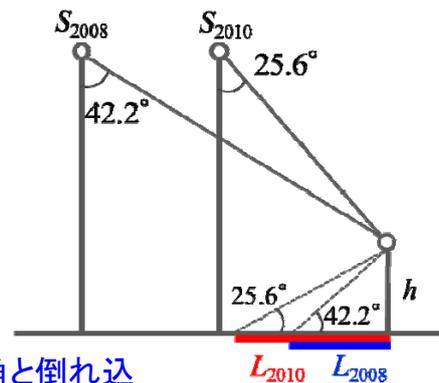


建物高さが50m以上の99棟建物のうち、45棟の高さが推定できた。

Liu et al. (JURSE 2015)

6

使用データ (TerraSAR-X画像)



観測角と倒れ込み長さの関係

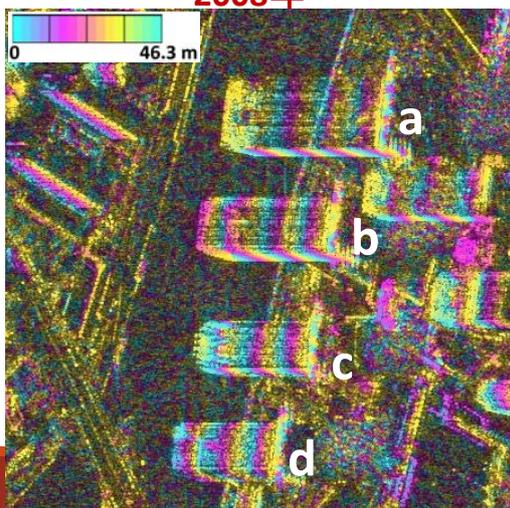
Date	2008/02/14	2008/03/07	2010/02/03	2010/02/14
Incident angle[°]		42.2		25.7
Heading angle [°]		189.6		190.6
Slant range resolution (R × A) [m]		0.91 × 0.87		0.91 × 0.86
Baseline distance [m]		151.1		86.0

対象建物

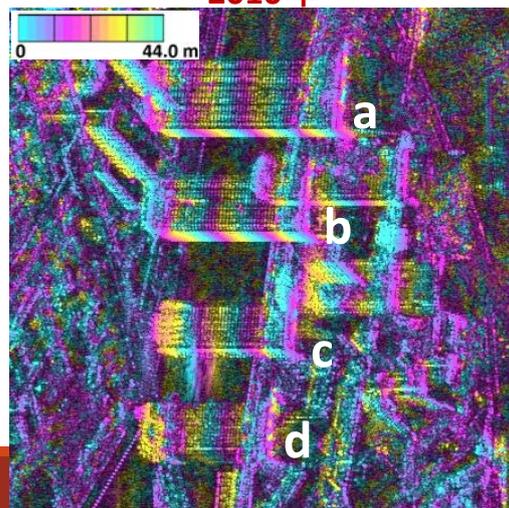


- 4棟の100m以上の建物
- 2008年と2010年のペアで干渉処理を行う
 - 国土地理院5mメッシュのDEM

2008年

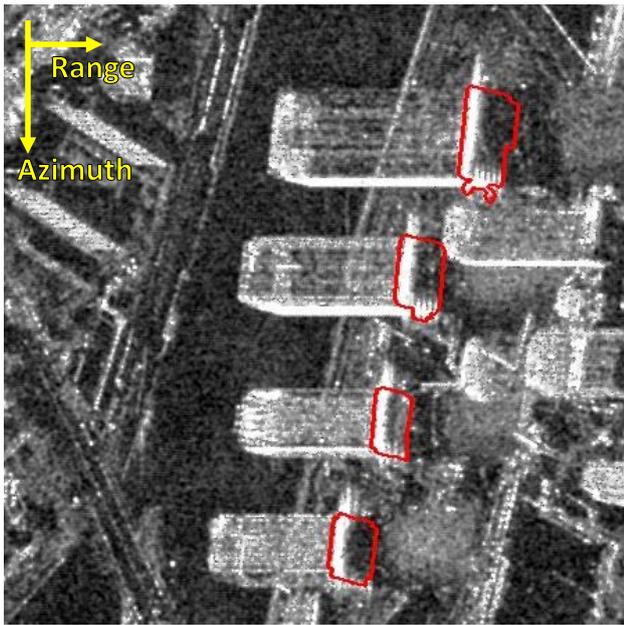


2010年

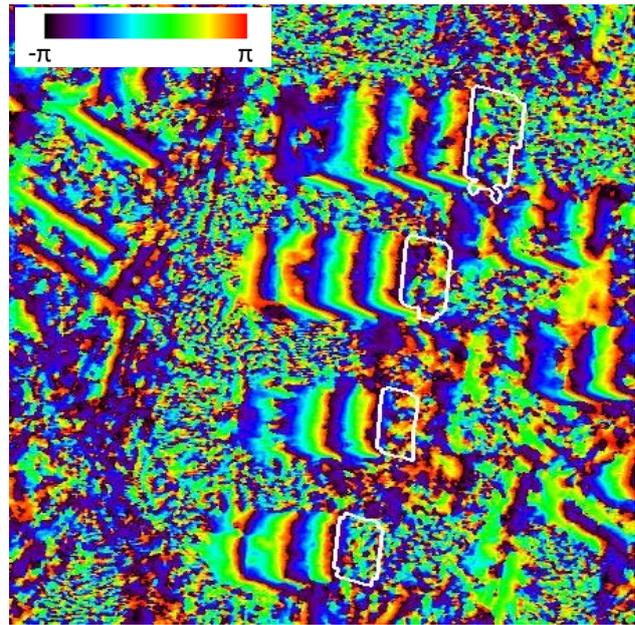


2008年の干渉ペア (42.2°)

強度画像



位相画像



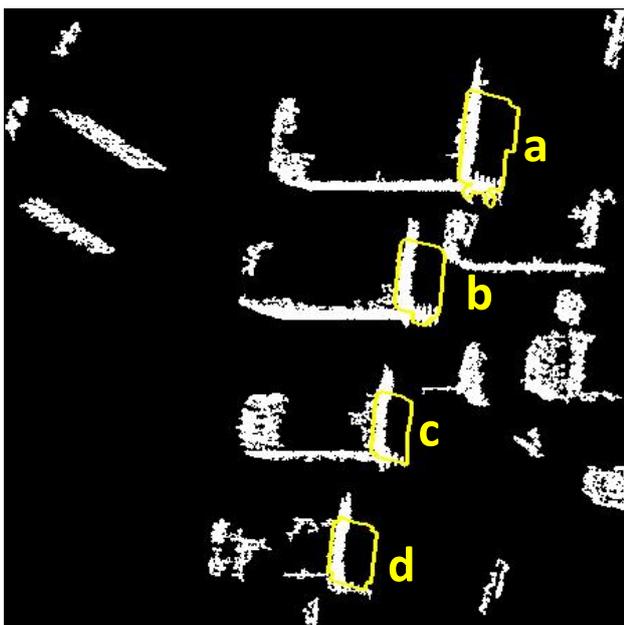
垂直軌道間距離: 151 m
撮影期間差: 22 days

■ Building footprints

9

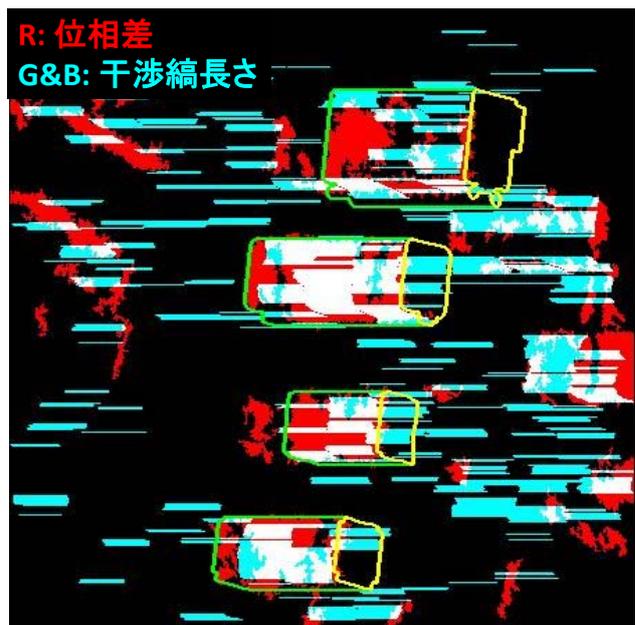
2008年の干渉ペア (42.2°)

強度画像



$\sigma_{dB}^0 > -0.2$ dB

位相画像



理論値
 $\Delta\phi = 0.17$ rad/pixel
 $T = 38$ pixel

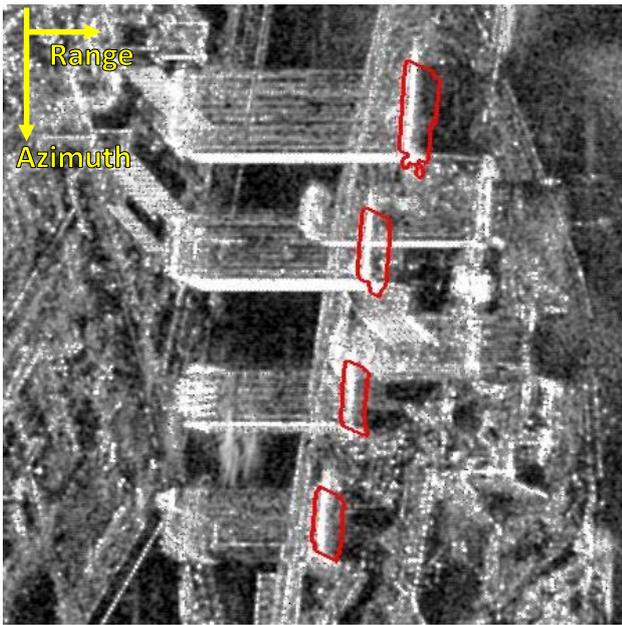
$\Delta\phi \pm 0.1$
 $T \pm 25\%$

■ Building footprints ■ Estimated layover

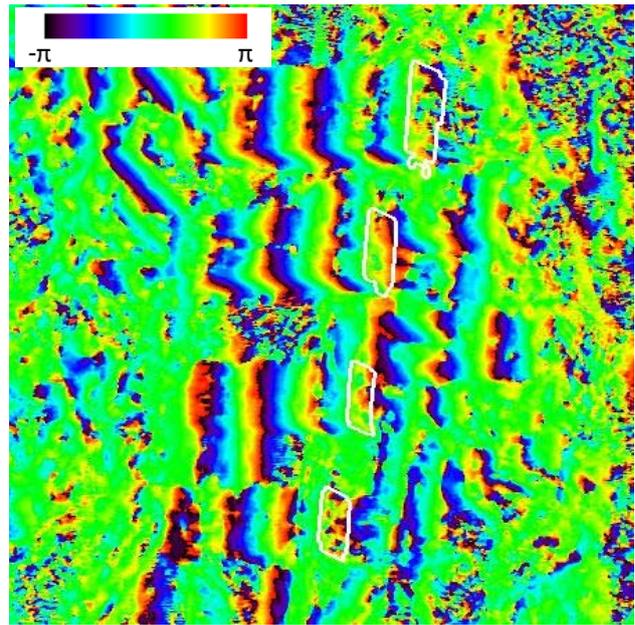
10

2010年の干渉ペア (25.6°)

強度画像



位相画像

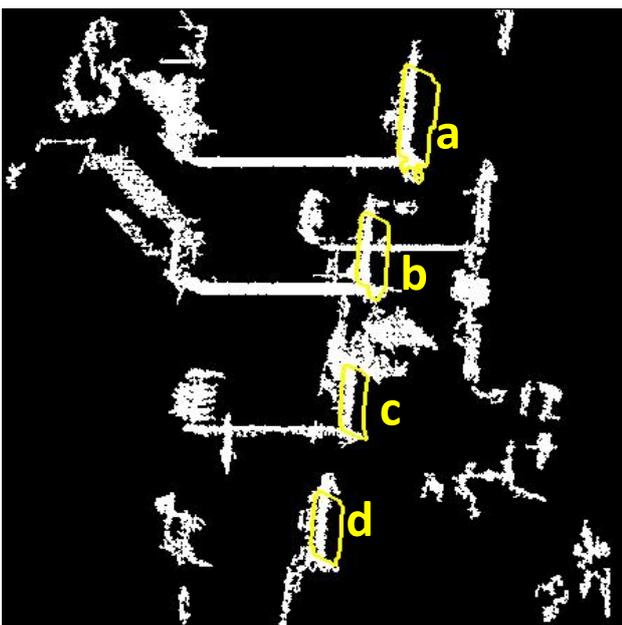


垂直軌道間距離: 151 m
撮影期間差: 22 days

■ Building footprints

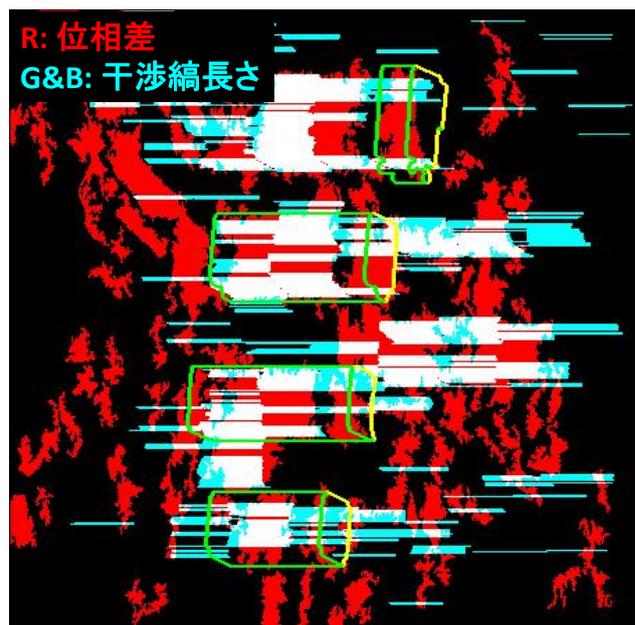
2010年の干渉ペア (25.6°)

強度画像



$\sigma^0_{dB} > -0.2$ dB

位相画像



R: 位相差
G&B: 干渉縞長さ

理論値
 $\Delta\phi = 0.14$ rad/pixel
 $T = 44$ pixel

$\Delta\phi \pm 0.1$
 $T \pm 25\%$

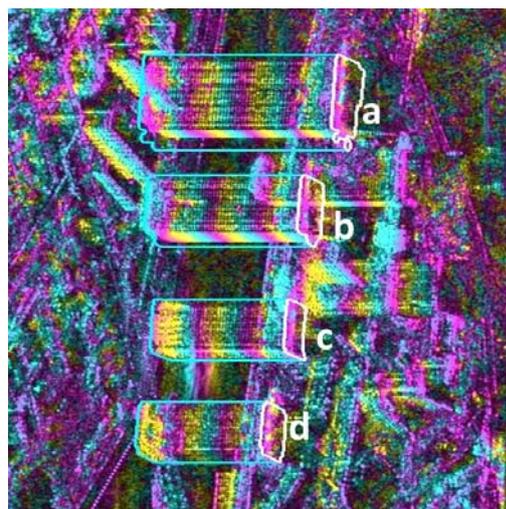
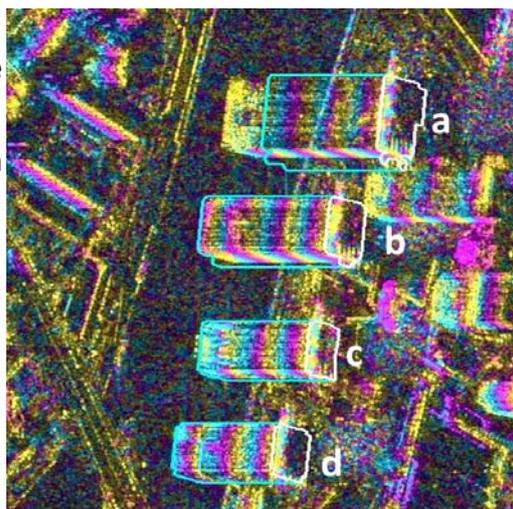
■ Building footprints ■ Estimated layover

強度と位相を用いた推定

2008年のペア

2010年のペア

Range
Azimuth



		a	b	c	d	RSME
DSM		170.55	135.18	117.85	109.6	
Phase	2008	125.46	137.76	82.41	107.01	20.72
	2010	22.22	112.11	116.15	81.81	
Phase and intensity	2008	125.46	137.76	116.85	107.01	3.48
	2010	22.22	140.39	123.22	111.1	

まとめ

- 東京月島を撮影した2ペアのTSX画像から、4棟の高層建物の高さを推定した
 - 壁の反射強度が低いため、強度のみによる高さ推定が困難である
 - 屋根と壁の倒れ込みが重なるため、干渉位相による高さ推定は過小評価の傾向がある。
 - 強度と位相を組み合わせることで、より正確な高さ推定ができた
 - 観測角の大きい方(40°)が高層建物の高さ推定に適している
- 広域での適用と検証を行う

ご清聴, ありがとうございます!

謝辞

本研究でを使用したTerraSAR-X画像とDSMデータは
株式会社パスコより提供して頂きます。