

Interferometric radar imaging using matched trajectory of the radar carrier (Interferometryczne zobrazowania radarowe z wykorzystaniem dopasowanej trajektorii nośnika radaru)

Technika interferometrycznego obrazowania radarowego z syntetyczną aperturą pozwala między innymi mierzyć milimetrowe przesunięcia płyt tektonicznych i ostrzegać przed trzęsieniami ziemi i erupcjami wulkanów, szybko i skutecznie monitorować stan wałów przeciwpowodziowych, dróg i mostów, precyzyjnie kontrolować uprawy rolne.

Do obrazowania powierzchni ziemi i znajdujących się na niej struktur wykorzystuje się radary. Dzięki właściwościom fal elektromagnetycznych, w odróżnieniu od metod optycznych (fotografii) radar może pracować również w nocy oraz przy zachmurzeniu i opadach atmosferycznych.

Do uzyskania zobrazowania o dużej rozdzielczości wymagana jest duża antena. Jednak problemem jest umieszczenie jej na nośniku radaru (którym może być na przykład bezzałogowy statek powietrzny, samolot lub satelita). Tutaj na pomoc przychodzi technika syntetycznej apertury – wystarczy umieścić na nośniku małą antenę i lecieć po pewnej trajektorii. Dzięki zastosowaniu specjalnych technik przetwarzania sygnałów można uzyskać obraz o takiej rozdzielczości, jaką uzyskano by przy użyciu dużej anteny o kształcie trajektorii.

Kolejną bardzo istotną cechą radarów, odróżniającą je od optycznych technik obrazujących jest zachowanie informacji o fazie sygnału (koherentne próbkowanie). Interferometria jest techniką zajmującą się zjawiskiem interferencji fal. W jej zakres wchodzi również techniki zajmujące się koherentnym przetwarzaniem sygnałów. To właśnie dzięki informacji o fazie radar może z dużą dokładnością mierzyć niewielkie przesunięcia płyt tektonicznych z orbity znajdującej się ponad 500 kilometrów nad powierzchnią ziemi.

Oczywiście stosowane techniki mają swoje ograniczenia. Tradycyjna interferometria radarowa nie jest w stanie mierzyć różnic w wysokości większych niż długość fali. Z kolei przypominający tomografię SAR kołowy ma bardzo długą trajektorię i czas przelotu.

Prowadzone badania oparte są na hipotezie, że możliwe jest uzyskanie interferometrycznego, trójwymiarowego obrazu wybranego obszaru powierzchni ziemi z wykorzystaniem pojedynczej anteny odbiorczej, podczas tylko jednego przelotu nośnika radaru, jeśli trajektoria ruchu nośnika dopasowana jest do parametrów geometrycznych tego obszaru.

W ramach prowadzonej pracy opracowywana jest metoda trójwymiarowego interferometrycznego obrazowania radarowego z wykorzystaniem trajektorii dopasowanej do obrazowanego obszaru. Dopasowanie oznacza, że trajektoria jest optymalna pod względem przyjętych kryteriów (czas przelotu, zużycie energii) a jednocześnie zapewnia uzyskanie zobrazowania z zadaną jakością. W prowadzonych pracach założono użycie modelu ruchu nośnika radaru. Zastosowanie nietypowej trajektorii pociąga za sobą konieczność opracowania złożonych technik przetwarzania sygnałów, które umożliwiają otrzymanie obrazu 3D.

Ponadto opracowane metody zostaną dostosowane do radarów pasywnych, czyli takich, które same nie emitują energii, a korzystają z tej już dostępnej – emitowanej przez nadajniki telewizji naziemnej, telefonii komórkowej, czy WiFi. Radar pasywny jest tańszy i lżejszy od aktywnego, a poza tym zużywa mniej energii i nie wymaga uzyskania zgody na emisję energii.

Opracowywana metoda wprowadzi nową jakość w dziedzinie i zmieni podejście do uzyskiwania zobrazowań 3D poprzez przedstawienie całościowego podejścia do związku pomiędzy obrazowanym obszarem, modelem lotu nośnika a optymalną trajektorią lotu. Zaproponowana metoda umożliwi znaczny postęp w dziedzinie radarowego obrazowania 3D, co spowoduje zmniejszenie kosztu i zwiększenie dostępności tego typu obrazowania. W efekcie pozwoli to na znaczny rozwój wielu dziedzin, takich jak monitorowanie i ochrona środowiska (wykrywanie szkód górniczych, nielegalnej wycinki drzew, monitorowanie stanu wałów przeciwpowodziowych), zrównoważone rolnictwo (precyzyjne nawadnianie i nawożenie), monitorowanie i wykrywanie uszkodzeń w dużej infrastrukturze przemysłowej.