

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Spis treści

1.	Wprowadzenie	2
1.1	Cel dokumentu	2
1.2	Zakres produktu	2
1.3	Definicje	2
2.	Ogólny opis produktu	2
2.1	Kontekst funkcjonalny	2
2.2	Architektura systemu	3
2.3	Ograniczenia	3
3.	Wymagania funkcjonalne	4
3.1	Opis otoczenia	4
3.2	Opis funkcjonalności istniejących modułów	5
3.3	Opis funkcjonalności modułów będących przedmiotem postępowania	5
1.	Moduł SAR StripMap data Focusing (SMF)	5
2.	Moduł Wide Area Processing (WAP)	6
3.	Moduł Homogeneous Distributed Scatterers (HDS)	7
4.	Zakres prac	7
5.	Zawartość przedmiotu zamówienia	7

1. Wprowadzenie

1.1 Cel dokumentu

Niniejszy dokument prezentuje wymagania dotyczące oprogramowania, czyli opisuje funkcjonalność budowanego oprogramowania i warunki, jakie ono musi spełniać.

1.2 Zakres produktu

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy prowadzi prace, które związane są z wykorzystaniem danych Satelitarnej Interferometrii radarowej (InSAR). W ramach tych prac pracownicy PIG-PIB pozyskują i przetwarzają zobrażenia satelitarne radarowe typu SAR. W ramach poprzednich przedsięwzięć, na potrzeby przetwarzania InSAR powstało specjalistyczne oprogramowanie InTOP. W ramach niniejszego zamówienia PIG-PIB oczekuje rozbudowę oprogramowania o nowe funkcjonalności jakimi są trzy nowe moduły: SAR StripMap data Focusing (SMF) – pozwalający na przetwarzanie surowych danych SAR; Wide Area Processing (WAP) – moduł do łączenia dużych zbiorów danych z sąsiednich ścieżek i scen dla opracowań wielkoobszarowych oraz moduł Homogeneous Distributed Scatterers (HDS) – umożliwiający opracowanie serii obserwacji radarowych SAR oparty na algorytmach analizy rozpraszaczy czasowo-stabilnych.

1.3 Definicje

SAR	Synthetic Aperture Radar (radar bocznego wybierania z aperturą syntetyczną)
InSAR	Interferometria SAR (satelitarne interferometria radarowa)
InTOP	Interferometric Toolbox Of PGI (oprogramowanie dla InSAR rozwijane w PIG-PIB)
jLinda	<i>Java Library for Interferometric Data Analysis</i>
NEST	Next ESA SAR Toolbox
SBAS	Small Baseline Subsets
StaMPS	Stanford Method for Persistent Scatterers
DePSI	Delft Persistent Scatterers Interferometry
SMF	SAR StripMap data Focusing
WAP	Wide Area Processing
HDS	Homogeneous Distributed Scatterers
PSI	Persistent Scatterer Interferometry
CR	Corner Reflector
GPF	Graph Processing Framework
DAT	Display and Analysis Tool

2. Ogólny opis produktu

2.1 Kontekst funkcjonalny

Na potrzeby tematu „Monitoring osiadania powierzchni terenu w 3 wybranych lokalizacjach poszukiwań gazu łupkowego- projekt pilotażowy” wytworzone zostało unikalne w skali światowej oprogramowanie w formie toolbox-a pod nazwą InTOP (Interferometric Toolbox Of PGI). W ramach tego zadania zbudowana została podstawowa funkcjonalność interferometryczna oraz pakiety specjalistyczne niezbędne na potrzeby projektu „Łupkowego”. Konieczność wytworzenia i wdrożenia własnego oprogramowania wyniknęła po analizie istniejących na rynku rozwiązań w

zakresie interferometrii radarowej (tak rozwiązań komercyjnych jak i open source) i ich skonfrontowaniu z potrzebami wynikającymi z projektu („Łupkowego”) jak i planowanych przyszłych prac.

Podstawę oprogramowania In-TOP stanowi zmodyfikowana biblioteka jLinda (Java Library for Interferometric Data Analysis), która posłużyła do gromadzenia i ujednolicenia wszystkich następnych wdrożeń algorytmicznych w jednym API. Ponadto, jLinda jako "silnik" przetwarzania jest używana do przetwarzania rozproszonego. NEST służy do wizualizacji oraz analizy wyników. W ramach niniejszego zamówienia wykonawca musi rozszerzyć funkcjonalność działającego w PIG-PIB oprogramowania InTOP o następujące moduły:

1. SAR StripMap data Focusing (SMF) – pozwalający na przetwarzanie surowych danych SAR co umożliwia spore oszczędności wykorzystania przestrzeni dyskowej;
2. Wide Area Processing (WAP) – moduł do łączenia dużych zbiorów danych z sąsiednich ścieżek i scen dla opracowań wielkoobszarowych;
3. Homogeneous Distributed Scatterers (HDS) – umożliwiający opracowanie serii obserwacji radarowych SAR oparty na algorytmach analizy rozpraszaczy czasowo-stabilnych.

2.2 Architektura systemu

Przedstawione założenia były realizowane według następującej architektury. Te same wytyczne obowiązują dla nowych modułów będących przedmiotem zamówienia:

1. Części składowe oprogramowania tworzą bloki powstałe na bazie zmodyfikowanych i ostatecznie znacznie ulepszonych algorytmów dostępnych publicznie (np. SBAS , StaMPS, DePSI);
2. Elementy te tworzą bibliotekę i interfejs aplikacji (API);
3. Zaprojektowana biblioteka jest wykorzystywana do tworzenia modeli przetwarzania danych opartych na zasadzie klocków „Lego”, które są następnie uruchamiane na danych wejściowych.
4. Wymieniona, podstawowa funkcjonalność oprogramowania oparta na algorytmach dostępnych w domenie publicznej i może być rozpowszechniana na zasadach open-source w zasobach publicznych (np. po zakończeniu projektu „Łupkowego”).
5. Dla realizacji specjalistycznych wymagań do aplikacji zostały dodane także specjalnie zaprojektowane moduły o kodzie zamkniętym tworzone na wyłączność dla PIG-PIB. Są to moduły do analizy sygnałów z reflektorów radarowych, moduł integracji danych a także dodatkowo unikatowy moduł do przetwarzania danych typu TOPS z satelity Sentinel-1.
6. Wszystkie moduły korzystają z modelu i struktury danych używanych przez NEST

2.3 Ograniczenia

Wszystkie moduły wymienione w punkcie 2.1 muszą wykorzystywać funkcjonalność InTOP i z nimi w pełni współpracować

Wszystkie moduły korzystają z formatu i struktury danych NEST. Dotyczy to wejścia jak i wyjścia. Moduły nie mogą korzystać z zewnętrznego oprogramowania wymagającego dodatkowego licencjonowania (np. Matlab czy IDL)

Moduły są tworzone na licencji zamkniętej do wykorzystania wewnętrznego PIG-PIB na dowolnej liczbie użytkowników. Wykonawca prześle zamawiającemu kody źródłowe modułów.

3. Wymagania funkcjonalne

3.1 Opis otoczenia

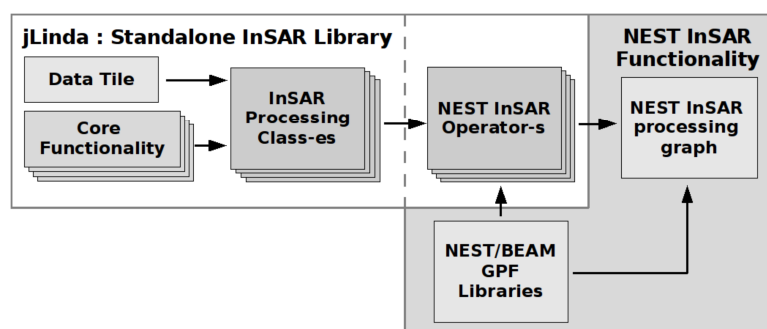
NEST jest otwartym (GNU GPL) toolbox-em do czytania, przetwarzania postprocessingu, analizowania i wizualizowania dużych archiwów danych (od poziomu 1) z Misji SAR Europejskiej Agencji Kosmicznej włączając w to ERS-1 i 2, ENVISAT, Sentinel-1. Ponadto, NEST wspiera obsługę produktów z innych misji satelitarnych (nie ESA), w tym JERS-1, ALOS PALSAR, TerraSAR-X, RADARSAT-1 i 2 oraz Cosmo-Skymed. NEST został zbudowany przy użyciu BEAM – toolbox-a i platformy programistycznej dla danych z obserwacji Ziemi. Rozwinięciem NEST jest obecnie ‘Sentinel-1 toolbox’ wzbogacony o funkcjonalność przetwarzania danych z konstelacji Sentinel1.

Podstawowymi cechami architektury NEST są:

- Narzędzie Display and Analysis Tool (DAT): zintegrowany, graficzny interfejs użytkownika
- Ramy przetwarzania grafowego (GPF): łańcuchy przetwarzania są definiowane przez użytkownika w formie grafu (diagramu);
- Wykonywanie graficzne, z poziomu menu lub z wiersza polecenia;
- Zarządzanie pamięcią kafelkową (tiled) do pracy z bardzo dużymi produktami danych
- Modele abstrakcji danych umożliwiające wspólną obsługę wszystkich misji SAR
- Modułowa konstrukcja ułatwiająca modyfikacje i uaktualnienia
- Użytkownicy mogą dodawać własne moduły za pośrednictwem interfejsów API
- Obsługa wielowątkowego i wielordzeniowego procesora
- Zintegrowana wizualizacja geograficzna WorldWind

Architektura InTOP jest pokazana na rysunku 1. Zaprojektowano i opracowano dedykowaną bibliotekę i interfejs aplikacji (API) do obsługi i przetwarzania danych SAR dla aplikacji interferometrycznych. Biblioteka rdzenia funkcjonalności jest niezależna od rdzenia NEST / BEAM. Biblioteki NEST / BEAM są wykorzystywane wyłącznie w budowie operatorów i tworzeniu grafu interferometrycznego.

Funkcjonalność interferometryczna została zaimplementowana w taki sposób, że najpierw stworzono podstawowe klasy dla wsparcia przetwarzania poszczególnych kafelków, a następnie funkcjonalność ta została udostępniona w postaci operatorów interferometrycznych i grafów (Rys.1).

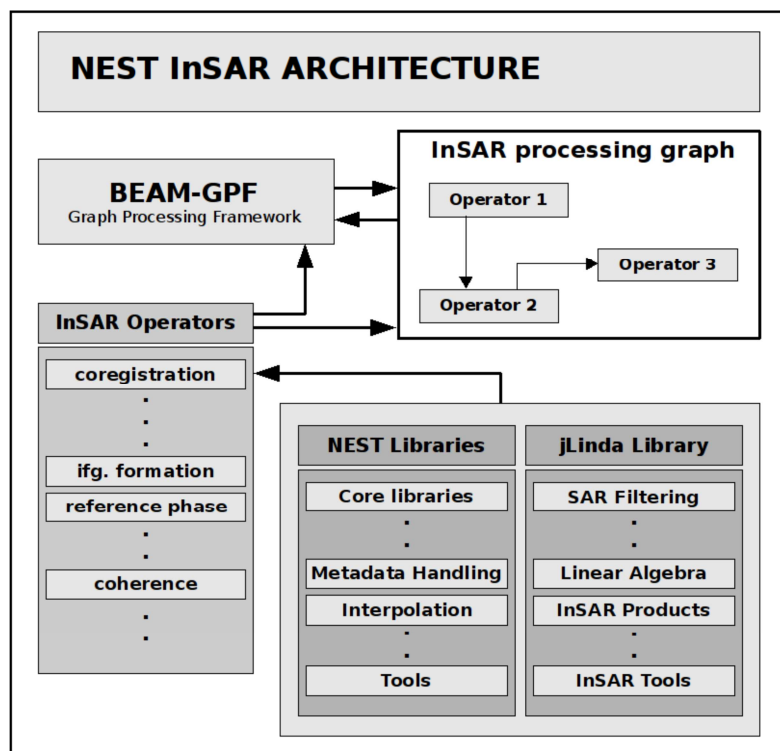


Rys. 1 Diagram strategii implementacji modułów interferometrycznych oprogramowania InTOP

Podstawowym elementem przetwarzanym przez bibliotekę interferometryczną jest kaferek (tile) danych SAR. Wszystkie algorytmy są tworzone dla skutecznego zarządzania i przetwarzania InSAR na poziomie kafelków danych. Efekty przetwarzania poszczególnych kafelków przez

bibliotekę są następnie integrowane (sklejane) i udostępniane użytkownikowi w formie zbioru wynikowego.

Taka biblioteka InSAR, ze względu na swoją modułową i hierarchiczną architekturę, może być łatwo ponownie wykorzystana przez inne moduły oprogramowania. W oprogramowaniu InTOP zastąpiono oryginalną bibliotekę InSAR nową, ulepszoną biblioteką opartą o jLinda jednak zasada działania pozostała ta sama (Rys.2).



Rys.2. Diagram przedstawiający strategię wdrażania i zależności pomiędzy autonomiczną biblioteką InSAR:

- Dodatkowa biblioteka i moduły opracowane dla wsparcia przetwarzania interferometrycznego
- Obie biblioteki InSAR, jak i BEAM / NEST są używane w operatorach "konstruujących" które zostaną połączone wewnątrz grafu (GPF)

3.2 Opis funkcjonalności istniejących modułów

- Moduł Results Fusion and Integration zawierający funkcjonalności "InSAR cascading processing" oraz "Simple Data Stacking"
- Moduły SBAS i PSI służące przetwarzaniu serii danych
- CR / PTA (Point Target Analysis) – moduł służący analizie sygnału zreflektorów radarowych
- „Sentinel-1 TOPS mode Interferometry” – InSAR z danymi z satelity Sentinel-1

3.3 Opis funkcjonalności modułów będących przedmiotem postępowania

1. Moduł SAR StripMap data Focusing (SMF)

Moduł, o którym mowa umożliwi wykorzystywanie surowych danych typu RAW jako materiału źródłowego w analizach InSAR. Zarejestrowane przez system SAR (Synthetic Aperture Radar) dane to zbiór odbić wiązki sygnału radarowego od obiektów znajdujących się na powierzchni

terenu. Aby dane te mogły być w jakikolwiek sposób użyte czy wizualizowane muszą przejść etap tzw. focusing-u SAR. Proces ten obejmuje:

- Range (chirp) compression – formowanie rozdzielczości w kierunku zasięgu
- Deskewing (zero doppler processing) i range migration (korekta przesunięć obiektów związanych z kątem skrzywienia w kierunku zasięgu)
- Azimuth focusing (formowanie rozdzielczości w kierunku azymutu)
- Multilooking – poprawienie radiometrycznego obrazu przez podział spektrum dopplera na składowe (looks) i zsumowanie (niezależnych looks)

Standardowo focusing SAR jest wykonywany po stronie operatora satelitarnego a odbiorca otrzymuje odpowiednio przetworzone produkty. Dla większości zastosowań danych radarowych nie ma zatem potrzeby sięgania po surowe dane SAR. Inaczej jest w przypadku masowego przetwarzania i analizy danych w satelitarnej interferometrii radarowej. Rozmiar plików RAW jest 2-3 krotnie mniejszy aniżeli stosowanych dotychczas zbiorów SLC. Zastosowanie zbiorów RAW ułatwi zatem przechowywanie danych jak również ich transfer. Ponadto, zbiory RAW można zamawiać jako całe pasy rejestracji a nie pojedyncze sceny dzięki czemu jednolitym przetwarzaniem można objąć większy obszar bez potrzeby późniejszego łączenia scen w obrębie pasa. Dla interferometrii wykonywanie focusingu po stronie odbiorcy ma jeszcze dwa ważne aspekty:

1. Możliwy jest focusing do jednej, zadanej wartości tzw. 'doppler'a" dla całej serii danych. W przypadku danych SLC, każda scena ma ustaloną wartość 'doppler'a" indywidualnie (tzw. zero doppler processing). Skutkuje to występowaniem dodatkowych szumów, które trzeba usuwać w trakcie przetwarzania (metodą filtracji częstotliwościowej).
2. Możliwe jest wykorzystanie tzw. split-band interferometrii. Wykorzystując właściwość, że w trakcie rejestracji dany obiekt terenowy jest obserwowany pod różnymi kątami z jednego zbioru danych możemy wygenerować dwa obrazy: forward looking i backward looking dla najbardziej skrajnych położenia anteny w kierunku azymutu. W interferometrii pozwala to na obliczenie dodatkowo składowej poziomej w przypadku dużych deformacji.

Moduł SMF dla In-TOP powinien spełniać następujące cechy:

1. Możliwość generowania produktów SLC (inne nie są wymagane) dla systemów, dla których operatorzy satelitarni oferują surowe dane;
2. Prostota ustawień parametrów – tylko niezbędne dla interferometrii;
3. Duża szybkość działania nie wpływająca istotnie na całość cyklu przetwarzania danych;
4. Pełna integracja z InTOP bez konieczności dodatkowego eksportu/importu danych;
5. Tryb split-band interferometrii.

2. Moduł Wide Area Processing (WAP)

Zestaw skryptów i narzędzi umożliwiających optymalizację przetwarzania danych wielkoobszarowych. Obecnie oprogramowanie In-TOP umożliwia pracę w obrębie serii danych rejestrowanych dla jednej sceny satelitarnej. W przypadku danych archiwalnych jest to obszar 100x100 km. Dla potrzeb analizy rejonu występowania struktur solnych w Polsce istnieje konieczność analizy danych dla znacznie większego obszaru co najmniej 500 x 200 km jednocześnie. Zadanie to można rozwiązać przez łączenie surowych danych SAR z poszczególnych scen (możliwe jedynie w obrębie tej samej ścieżki) lub przez łączenie otrzymanych dla poszczególnych ścieżek wyników przetworzeń. Opracowany algorytm powinien zostać oparty na zasadach geodezyjnego rachunku wyrównawczego.

3. Moduł Homogeneous Distributed Scatterers (HDS)

Moduł służący do opracowywania i analizy serii obrazów SAR pod kątem tzw. rozpraszaczy semi-stabilnych. W przypadku interferometrycznej analizy serii obrazów SAR metodami PSI i SBAS analizie podlegają obszary (piksele), których faza sygnału zachowuje się stabilnie (zachowuje korelację) w całym analizowanym przedziale czasu. W obrębie zestawu danych istnieją jednak obiekty (piksele), które zachowują się w sposób stabilny przez krótszy okres (np. obiekty budowlane, które uległy zniszczeniu, rozbiórce). Moduł HDS ma za zadanie wyodrębnienie i analizę tego typu obiektów w oparciu o serie interferogramów. Implementacja algorytmiczna powinna stanowić połączenie zaawansowanych metod jednoczesnej filtracji serii danych (tzw. 'inteligentny' multilooking) oraz zaawansowanych metod statystycznych dla identyfikacji rozpraszaczy stabilnych w różnych odcinkach czasowych.

4. Zakres prac

Lista zadań i prac niezbędnych do wykonania została przedstawiona poniżej.

1. Opracowanie i wytworzenie modułu SMF (SAR StripMap data Focusing)
2. Przetestowanie modułu i odbiór techniczny.
3. Opracowanie i wytworzenie modułu WAP zawierającego skrypty i narzędzia umożliwiające optymalizację przetwarzania i integracji danych wielkoobszarowych.
4. Przetestowanie modułu i odbiór techniczny.
5. Opracowanie algorytmów i utworzenie modułu HDS umożliwiającego opracowywanie serii obserwacji radarowych SAR opartego na algorytmach analizy rozpraszaczy radarowych stabilnych czasowo.
6. Przetestowanie modułu i odbiór techniczny.
7. Dostarczenie pełnej dokumentacji i kodów źródłowych z udzieleniem gwarancji.

5. Zawartość przedmiotu zamówienia

1. Wdrożony moduł SAR StripMap data Focusing (SMF)
2. Wdrożony moduł Wide Area Processing (WAP)
3. Wdrożony moduł Homogeneous Distributed Scatterers (HDS)
4. Dokumentacja analityczna, projektowa i powykonawcza
5. Dokumentacja dla użytkowników i administratorów oprogramowania narzędziowego i wdrożonej aplikacji.
6. Asysta dla oprogramowania do 31.12.2018,
7. Gwarancja.