

# Porównanie rzeczywistego zasięgu pokrywy lodowej na obszarze Antarktydy z modelem matematycznym

Maciej Bąk, Hubert Długosz, Filip Giermek

5 czerwca 2021

## 1 Wstęp

Realizowanym zadaniem było wykonanie wykresów obrazujących rzeczywisty zasięg pokrywy lodowej na obszarze Antarktydy w latach 1978 - 2009, oraz stworzenie modelu matematycznego będącego reprezentacją zasięgu rzeczywistego, a następnie porównanie uzyskanych wyników.

## 2 Charakterystyka danych

Do stworzenia projektu posłużono się danymi zebranymi w formie tabeli przedstawiającymi za pomocą współrzędnych geograficznych zasięg pokrywy lodowej w kolejnych dniach w ww. okresie.

## 3 Wykonanie

Całość projektu została wykonana w środowisku programistycznym R. Najistotniejsze narzędzia z których skorzystano w celu przetworzenia oraz wizualizacji danych:

- biblioteka plotly (wizualizacja współrzędnych biegunowych)
- biblioteka orca (zapisanie wykresów)
- pakiet FFMpeg (stworzenie animacji)

### 3.1 Minimalny zasięg lodu w analizowanym okresie

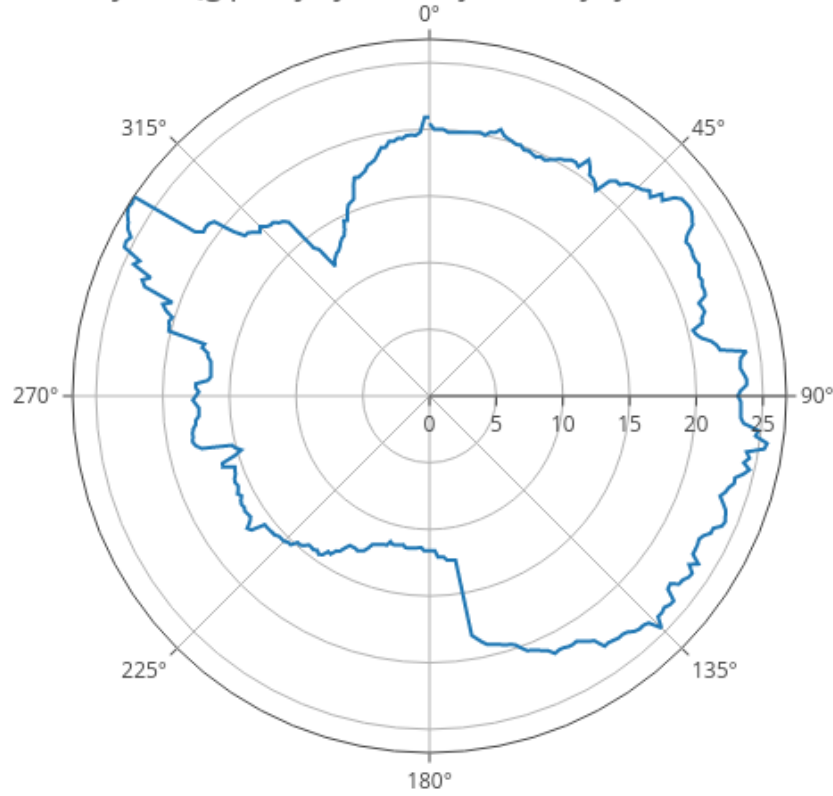
W celu odtworzenia rzeczywistego kształtu Antarktydy znaleziono dla każdego kąta długości geograficznej w badanym okresie najmniejszą wartość zasięgu pokrywy lodowej. Znalezione, a następnie przetworzone dane, posłużyły do stworzenia wykresu obrazującego kształt kontynentu.

Biorąc pod uwagę fakt, że dane przedstawione są w formie współrzędnych geograficznych, w celu uzyskania wykresu przedstawiającego rzeczywisty kształt Antarktydy z perspektywy bieguna południowego, należało je odpowiednio przekształcić tj.:

- uzyskać wartość bezwzględną kątów - wszystkie wartości były ujemne, wynika to z położenia obszaru na półkuli południowej.
- odjąć wartości od kąta 90 stopni - dzięki temu środek wykresu przesunął się z równika na biegun.

Efekt powyższych działań przedstawia Rysunek 1.

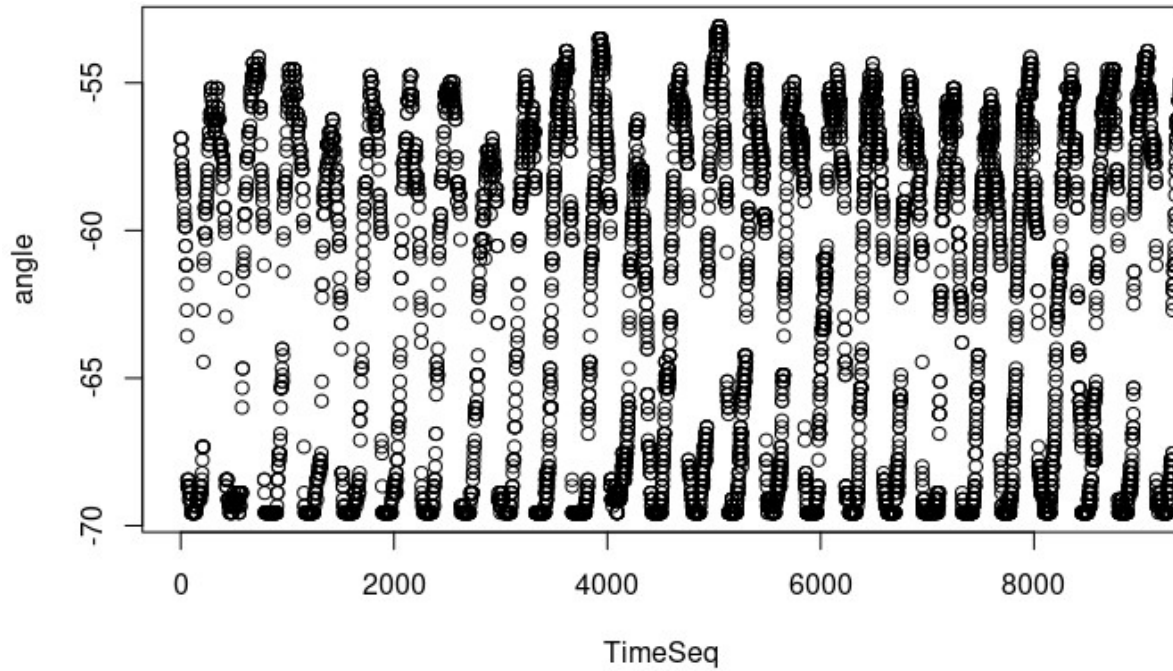
Minimalny zasięg pokrywy lodowej Antarktydy dla lat 1978-2009



Rys. 1. Kontur minimalnego zasięgu lodu

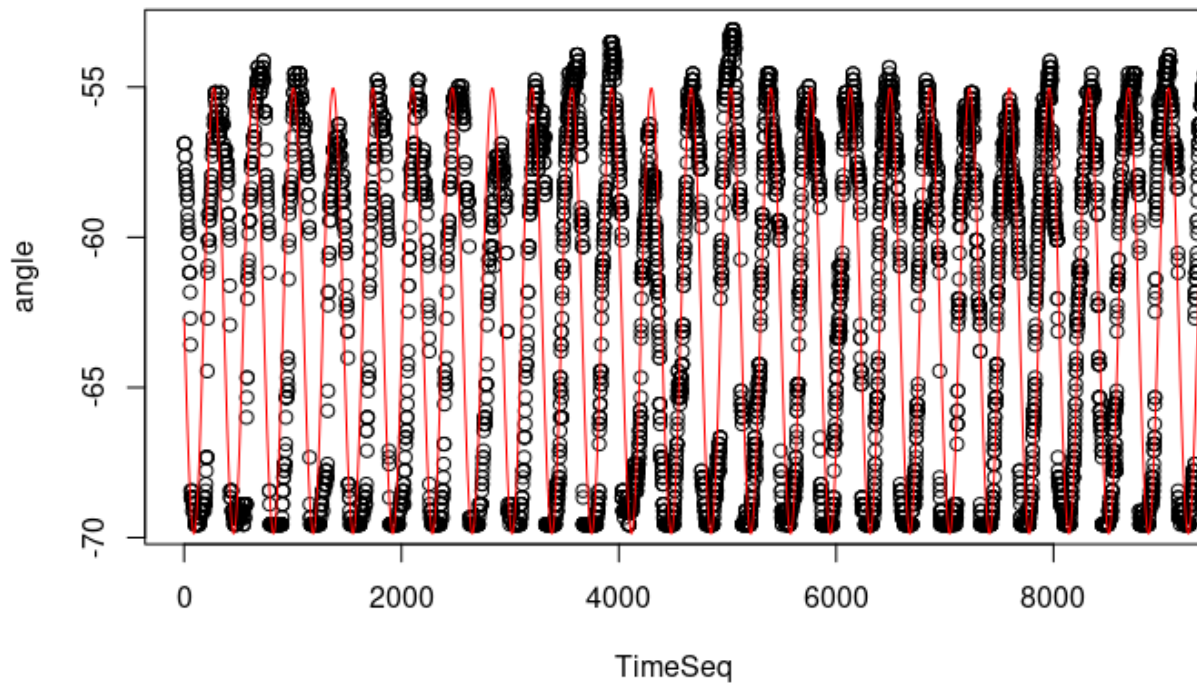
### 3.2 Model matematyczny zasięgu lodu w czasie

Chcąc znaleźć odpowiedni model matematyczny wyświetlono punkty odpowiadające jednemu stopniowi długości geograficznej na wykresie punktowym. Analizując wizualnie rozkład punktów, zdecydowano o próbie dopasowania funkcji sinus.



Rys. 2. Wykres punktowy przed dopasowaniem funkcji

W czasie przeprowadzania analizy zauważono różnicę w interwałach czasowych między wartościami. Po uwzględnieniu tego aspektu, wykonano ostateczne dopasowanie funkcji tym samym tworząc model zasięgu lodu w funkcji czasu.

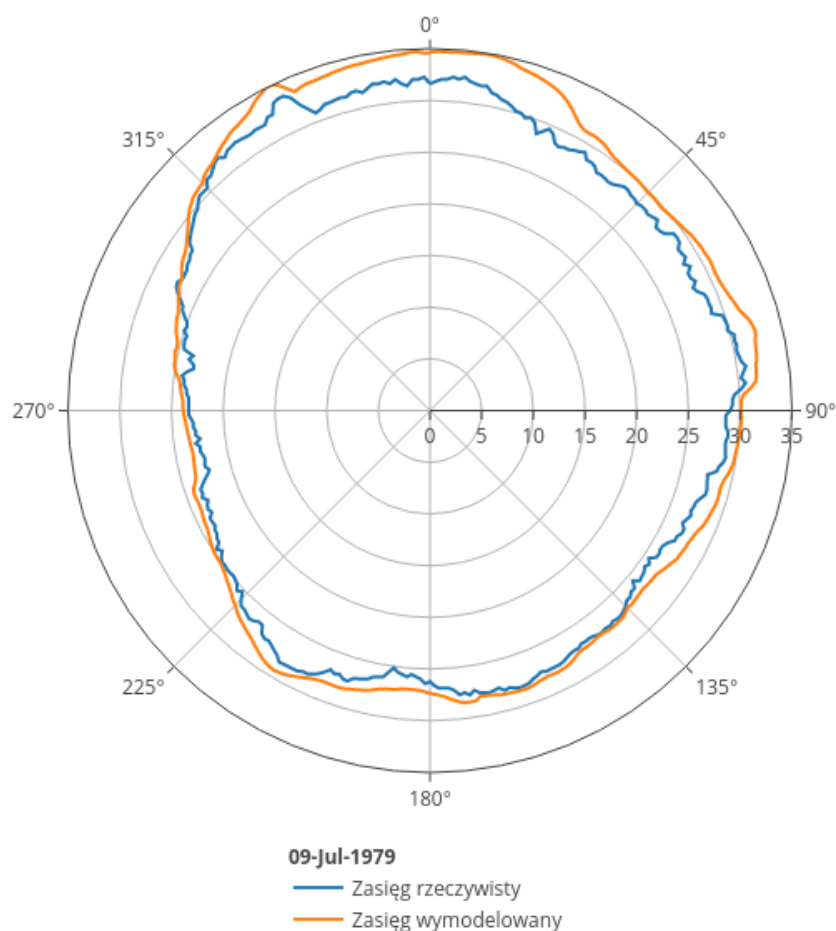


Rys. 3. Dopasowana funkcja sinus

Oś pozioma wykresów przedstawia zmienną TimeSeq będącą reprezentacją kolejnych dni poddawanych analizie.

### 3.3 Wizualizacja modelu

Przygotowano funkcję *plotDoubleIce* która tworzyła wykres obrazujący rzeczywisty i wymodelowany zasięg lodu dla danej daty. Kolejno, łączyła ze sobą dwa wykresy i dodawała tytuł będący reprezentacją daty dla danego modelu. Kluczowym było zwrócenie uwagi na fakt, że wykresy narysowane bezpośrednio z danych nie były prawidłowo zorientowane - konieczne okazało się odpowiednie ich odwrócenie, tak aby zgadzały się z przyjętą konwencją obrazowania obszarów okołobiegunowych. Obrazy numerowano zachowując kolejność dat. W ten sposób powstało 9530 obrazów które wymagały połączenia. W tym celu wykorzystano pakiet FFmpeg będący otwartoźródłowym projektem umożliwiającym edytowanie multimediiów. Funkcję ffmpeg z odpowiednio dobranymi argumentami wywołano w terminalu. Jako rezultat powstał film obrazujący zmienność rzeczywistego i wymodelowanego zasięgu pokrywy lodowej w czasie.



Rys. 4. Przykładowy rzeczywisty i wymodelowany zasięg

## 4 Podsumowanie

Model będący rezultatem wykonywanego zadania w głównej mierze pokrywa się z zasięgiem rzeczywistym. Występują jednak względnie spore niedoskonałości, które widać przy szybkiej zmianie powierzchni rzeczywistej. Wynika to z przyjętego modelu który jest sporym uproszczeniem realnej sytuacji. Zachowuje jednak zmienność powierzchni lodu w czasie. Kod źródłowy i dokumentacja projektu wraz z filmem będącym rezultatem pracy zamieszczony został w repozytorium [Antarctica-Ice-Range](https://github.com/kerness/Antarctica-Ice-Range)<sup>1</sup>.

## Bibliografia

- [1] Sine curve fit using lm and nls in R,  
[stackoverflow.com/questions/20104680/sine-curve-fit-using-lm-and-nls-in-r](https://stackoverflow.com/questions/20104680/sine-curve-fit-using-lm-and-nls-in-r)
- [2] Plotly R Open Source Graphing Library,  
[plotly.com/r/](https://plotly.com/r/)
- [3] FFmpeg Documentation,  
[ffmpeg.org/ffmpeg.html](https://ffmpeg.org/ffmpeg.html)

---

<sup>1</sup><https://github.com/kerness/Antarctica-Ice-Range>