

Clad demonstracinių programų kūrimas CMS/HEP sistemoms

Parengė: Austėja Jurgaitytė
Mentorius: David Lange

Clad

Clad yra C++ kalbos automatinio diferencijavimo (AD) įrankis ir Clang kompiliatoriaus plėtinys. Pateikus C++ funkciją, Clad automatiškai generuoja kodą, kuris skaičiuoja šios funkcijos išvestines. [1]

The logo for Clad, featuring the word "Clad" in a light blue, monospace-style font. The letter "d" is stylized with a blue, handwritten-style flourish.

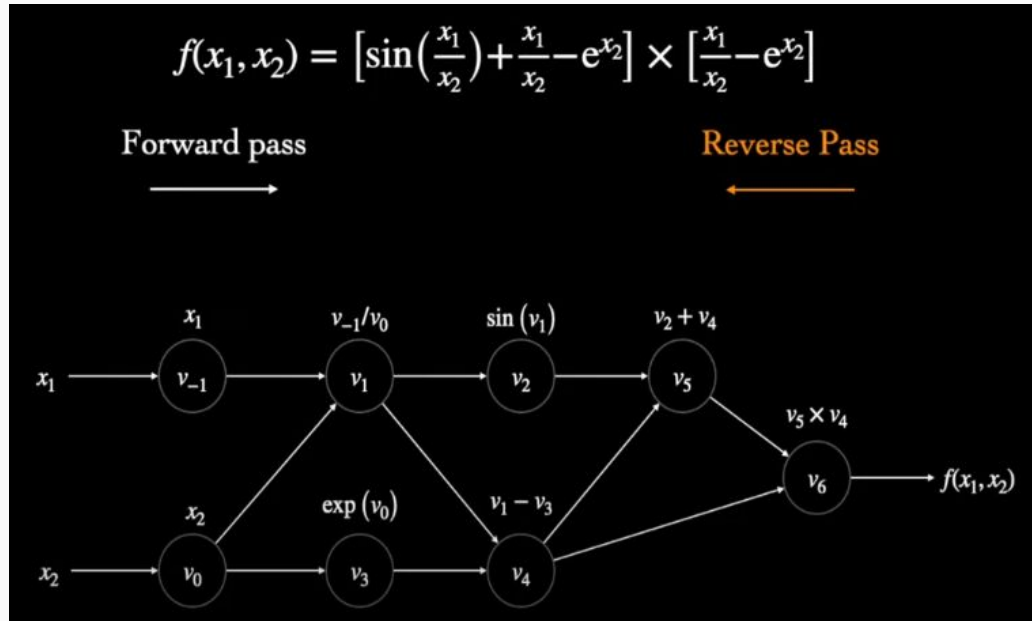
[1]

Automatinis diferencijavimas (AD)

- Metodų rinkinys, naudojamas funkcijų išvestinėms skaičiuoti programiškai.
- Tiksliai skaičiuoja funkcijų išvestines (iki skaitmeninio tikslumo ribų).
- Naudoja grandinės taisyklę ir tarpinius kintamuosius, apskaičiuotus naudojant elementarias aritmetines operacijas ir elementarias funkcijas, esančias kiekviename kompiuterio skaičiavime. [2]

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx}$$

AD rūšys



[3]

Clad režimai

- **clad::differentiate** tiesioginiam AD režimui
- **clad::gradient** atvirkštiniam AD režimui
- **clad::hessian** hesiano matricos skaičiavimui
- **clad::jacobian** jakobiano matricos skaičiavimui
- **clad::estimate-error** slankiojo kabelio paklaidai skaičiuoti.[1]

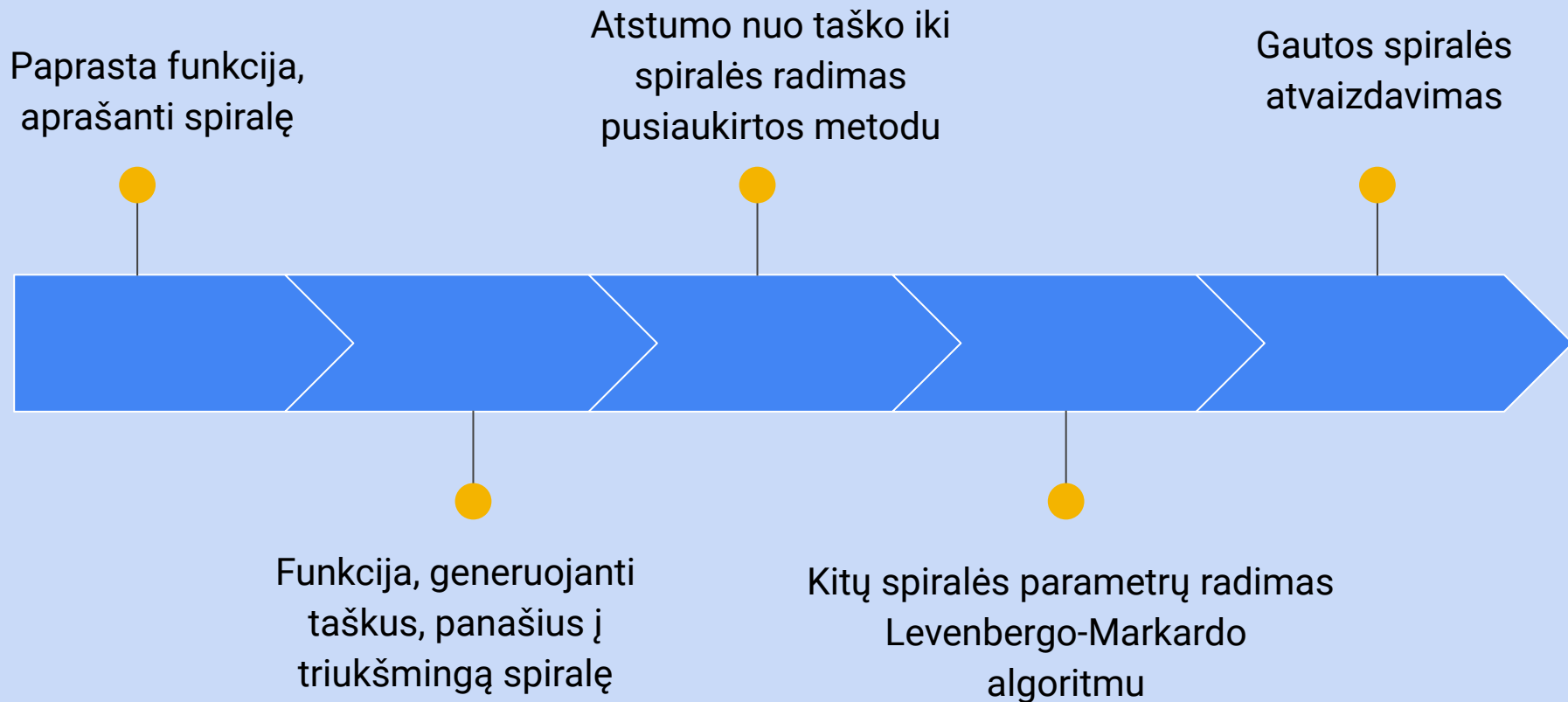
$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f}{\partial x_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \nabla^T f_1 \\ \vdots \\ \nabla^T f_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad [2]$$

$$\mathbf{H}_f = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_2} & \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{bmatrix} \quad [2]$$

Projekto tikslai

- Clad pagrindu parengtos demonstracinės programos, kuri leistų rasti geriausiai tinkančius spiralės parametrus, turint duomenų taškų rinkinį, sukūrimas.
- Prisidėti prie Clad kodo testuojant funkcijas ir rašant nesudėtingas funkcijas, kurių trūksta.

Pagrindinės programos kūrimo planas



Asmeninės patirtys projekto metu

- Sužinojau apie AD ir Clad.
- Kelias savaites mano spiralę aprašančio kodo planas buvo kitoks nei dabar.
- Praleidau laiko ant šiam projektui vis dėlto nereikalingo dalyko (PCA), bet apie jį išmokti buvo naudinga bendram išsilavinimui.
- Sužinojau apie Eigen biblioteką.
- Geriau išmokau dirbti su C++.

Šaltiniai

[1] Clad GitHub, [<https://github.com/vgvassilev/clad>]

[2] Vikipedijos puslapis Automatiniam diferencijavimui,
[https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_differentiation]

[3] „What is Automatic Differentiation?“,
[https://www.youtube.com/watch?v=wG_nF1awSSY]

Projekto GitHub [<https://github.com/ZeptoStarling/Clad-IRIS-HEP-2024>]