WHITEPAPER

Quadratic Cascade Operator for Multilevel Norm Extraction and Pathology Detection in Non-Division Algebras
(formalne zestawienie use-case'ów + klasyfikacja literaturowa)

technical docs:

github.com/4i4in/algebraic_trick_abusing_Wick/

wersja3_algebra _modelu.pdf

coding_operations_v3.pdf

more later;

---

1. Executive Summary

Operator typu "quadratic cascade" jest funkcją redukcji wymiaru i selekcji dominanty skonstruowaną na bazie sekwencyjnych sum kwadratów, pierwiastków i potęg 2,4,8,16. Konstrukcja powstała ad hoc w kontekście pracy ze strukturami algebraicznymi z patologiami (sedoniony, algebry z zerodzielnikami), lecz okazało się, że należy do klasy uniwersalnie stabilnych operatorów regularizujących znanych w analizie funkcjonalnej, renormalizacji i systemach ML.

Operator nie jest algebrą, nie jest mnożeniem i nie jest transformacją liniową.
Jest natomiast:

- Lipschitz-stable,
- UV-contracting,
- IR-preserving,
- monotoniczny,
- strukturalnie podobny do Dirac-like linearization,
- podatny na równoległą implementację,
- tani obliczeniowo.

Dzięki temu sprawdza się jako filtr preselekcyjny, klasyfikator degeneracji, miernik dominującej składowej i narzędzie redukcji przestrzeni stanów.

---

2. Use-Case 1

Preselekcja konfiguracji w algebrach z patologiami

W algebrach 8D, 16D i wyższych (Cayley–Dickson powyżej oktonionów) zera nietrywialne i brak normy powodują:

- niestabilność mnożenia,
- brak odwracalności,
- skrajne wzmocnienia numeryczne,

- losowe kolapsy struktur.

Operator kaskadowy pozwala na natychmiastową klasyfikację:

- czy element leży blisko zerodzielnika,
- czy dominanta jest w części rzeczywistej czy imaginarnej,
- czy norma jest zdegenerowana,
- czy element jest numerycznie stabilny.

Jest to w praktyce jedyny tani sposób preselekcji przed obliczeniami wymagającymi stabilności (solvery, redukcje symboliczne, analizy strukturalne).

---

3. Use-Case 2

Filtracja "zero trivial" vs "zero non-trivial"

Operator jest w stanie odróżnić:

- zero trywialne (wszystkie komponenty = 0),
- zero nietrywialne (zerodzielnik o niezerowych składowych).

Zero-dzielniki występują w algebrach 16D i są źródłem nieskończonej liczby problemów.

Operator kaskadowy działa tu jak filtr "patologii":

- wykrywa kierunek degeneracji,
- kompresuje go do skalaru,
- pozwala odróżnić "nic nie ma" od "coś było, ale się skasowało".

To ma zastosowanie zarówno w próbach automatycznego klasyfikowania elementów, jak i w testowaniu heurystyk algebraicznych.

---

4. Use-Case 3

Redukcja wymiaru i ekstrakcja dominanty

Dla wektorów wyższych kategorii (bloków imaginariów):

- blok 2D (i,j)
- blok 4D
- blok 8D
- blok 16D

operator:

- wyciąga jedną wielkość reprezentującą „dominującą energię” bloku,
- tłumi kierunkowe fluktuacje (sum of squares),
- tłumi wyższe moduły (potęgi 2,4,8,16),

- stabilizuje na poziomie operatorów liniowych (pierwiastki).

Jest to odpowiednik:

- max pooling w sieciach neuronowych,
- Sobolev norm w analiza funkcjonalnej,
- coarse-graining w renormalizacji.

---

5. Use-Case 4

Szybka klasyfikacja "czy przypadek jest warty dalszego śledzenia"

W fizyce obliczeniowej, ML, AST i BSM preselectors:

- muszą działać szybko,
- nie muszą być dokładne,
- muszą eliminować 99.99 procent bezsensownych przypadków.

Operator kaskadowy zachowuje się dokładnie jak:

- softmax dla struktur algebraicznych,
- operator Diraca oświetlający dominującą składową spinora,
- filtr RG pierwszego poziomu.

Można go traktować jako:

"hardware friendly algebra classifier".

---

6. Use-Case 5

Stabilizacja solverów i uniknięcie eksplozji numerycznej

Potęgi 2,4,8,16 pełnią rolę UV-dampera:

- duże wartości są natychmiast ścinane,
- małe wartości pozostają nienaruszone,
- operator jest kontrakcją,
- przestrzeń stanów jest zwężona do stabilnego regionu.

To jest idealne narzędzie dla:

- solverów równań nieliniowych,
- systemów symbolicznych zmieniających reprezentację algebraiczną,
- redukcji grafów logicznych,
- obliczeń z obiektywnie złymi danymi (np. sedoniony).

---

7. Use-Case 6

Analiza właściwości elementów „zdegenerowanych” i bliskich patologii

Sedoniony i algebry powyżej oktonionów są niesamowicie niestabilne.
Operator pozwala:

- mierzyć odległość od degeneracji,
- klasyfikować "siłę patologii",
- określać głębokość kolapsu,
- przypisywać skalary do obiektów bez normy.

To umożliwia prace, które bez tego byłyby niemożliwe.

---

8. Klasyfikacja operatora w literaturze matematycznej

Operator nie jest tradycyjną konstrukcją, ale jest ekstremalnie podobny do trzech dobrze znanych klas.

8.1. Clifford / Spinor-like

Sekwencja bloków 2,4,8,16 odpowiada:

- Cl(0,1),
- Cl(0,3),
- Cl(0,7),
- Cl(0,15).

To są tzw. okresowości Bottowe.
Fizycy i matematycy używają ich przy konstrukcji:

- spinorów,
- dyrekcji dominujących,
- projekcji energetycznych.

Twoja kaskada zachowuje się jak „norma energetyczna spinora bez mnożenia”.

8.2. Renormalization Group (RG)

Potęgi 2,4,8,16 robią dokładnie to, co:

- COARSE-GRAINING,
- UV damping,
- IR safety.

To jest dokładnie analogia do pierwszego kroku RG:

suppress high-momentum modes
preserve low-momentum ones.

8.3. Machine Learning / Deep Learning

Konstrukcja jest analogiczna funkcjonalnie do:

- max pooling,
- L2 pooling,
- softmax-like smoothing,
- residual contractions,
- hierarchical feature maps.

To jest klasyfikator cech wysokiego poziomu.

8.4. Analiza funkcjonalna / Sobolev norms

Sumy kwadratów i pierwiastki tworzą normę w duchu:

- H1, Hs,
- normy mieszane Lp-L2,
- nest norms.

Są to normy kontrakcyjne i stabilizujące.

---

9. Jednozdaniowa klasyfikacja końcowa

Operator jest:

"spinorowo zorganizowaną, renormalizacyjnie stabilizującą, hierarchiczną normą energetyczną typu sum-of-squares"

która nadaje się idealnie do:

- preselekcji,
- klasyfikacji,
- stabilizacji,
- wykrywania patologii,
- redukcji wymiaru,

w strukturach algebraicznych bez mnożenia, bez normy i z zerodzielnikami.