

кожного пікселя вхідного зображення свої персональні вагові коефіцієнти. Це підштовхує нейромережу при навчанні до узагальнення демонстрованої інформації, а не попіксельне запам'ятовування кожного зображення в міриадах вагових коефіцієнтів, як це робить перцептрон; зручне розпаралелювання обчислень, а отже, можливість реалізації алгоритмів роботи і навчання мережі на графічних процесорах; відносна стійкість до повороту, зсуву, зміни ракурсу і іншим спотворень, а також стійкість до шумів; більш швидке і якісне навчання у порівнянні з навчанням повнозв'язних мереж, крім того навчання за допомогою класичного методу зворотного поширення похибки; облік просторової структури вхідних ознак.

Серед недоліків ЗНМ слід виділити: занадто багато змінних параметрів мережі; незрозуміло, для якої задачі і обчислювальної потужності які потрібні налаштування. Так, до варійованих параметрів можна віднести: кількість шарів, розмірність ядра згортки для кожного з шарів, кількість ядер для кожного з шарів, крок зсуву ядра при обробці шару, необхідність шарів субдіскретизації, ступінь зменшення ними розмірності, функція по зменшенню розмірності (вибір максимуму, середнього і т. п.), передавальна функція нейронів, наявність і параметри вихідних повнозв'язаних нейромереж на виході згортаючої. Всі ці параметри істотно впливають на результат, але вибираються дослідниками емпірично. Існує кілька вивірених конфігурацій мереж, але не вистачає рекомендацій, за якими потрібно будувати мережу для нового завдання.

ЗНМ об'єднують три архітектурних ідеї, для забезпечення інваріантності до зміни масштабу, повороту зрушення і просторовим спотворень: локальні рецепторні поля (забезпечують локальну двовимірну зв'язність нейронів); загальні вагові коефіцієнти синапсів (забезпечують детектування деяких рис в будь-якому місці зображення і зменшують загальне число вагових коефіцієнтів); ієрархічна організація з просторовими підвиборками.

Development of a convolutional neural network for the ships images classification task

Mykhalichenko Pavlo

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

Annotation. The analysis of neural networks for computer vision problems is carried out. The main features of application of convolutional neural networks are described. The main topological features of the collapsible neural network for solving the problem of ship pattern recognition are determined.

Keywords: computer vision, artificial neural network, convolutional neural networks.

УДК 621.316

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Михаліченко П.Є.¹, Субботкіна О.П.², Буренко О.В.³

*¹доктор технічних наук, завідувач кафедри автоматичного та електроустаткування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія
м. Херсон, Україна*

e-mail: pahamihali4@gmail.com

*²викладач кафедри автоматичного та електроустаткування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія
м. Херсон, Україна*

*³викладач кафедри автоматичного та електроустаткування
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія
м. Херсон, Україна*

Анотація. Запропоновані алгоритми максимального струмового і імпульсного струмового захисту, призначені для реалізації мікропроцесорних систем захисту електромереж постійного струму. Для реалізації імпульсного захисту запропоновано використання так званої оптимальної захисної характеристики.

Ключові слова: коротке замикання, мікропроцесорна система, селективний захист.

Найбільш небезпечним аварійним режимом в електроенергетичних мережах є коротке замикання. Великі значення струмів, які виникають при цьому призводять до скорочення строку експлуатації комутаційних апаратів та приладів, термічних пошкоджень струмопроводів. Найбільш вразливими до термічного впливу проводи і їх з'єднання, внаслідок якого вони можуть змінювати фізичні властивості. Це за умови короткого часу протікання струму короткого замикання, в протилежному ж випадку – вони можуть просто перегоріти. Тому система захисту фідерів повинна забезпечити мінімальний час від початку короткого замикання до повного відключення комутаційного обладнання (враховуючи час горіння дуги).

На практиці має місце значна кількість помилкових вимикань захисного обладнання, відключення через перенавантаження та пошкодження елементів електромережі. Часто причиною цього є:

- занижені значення уставок захисного обладнання для забезпечення більш швидкого відключення при виникненні справжнього короткого замикання;
- стрибкоподібна зміна струму навантаження в мережі під час зміни навантаження в їх нормальних режимах роботи, тощо.

Кожне зайве, необгрунтоване відключення автоматів призводить до його зносу та спрацювання, а як результат зміни уставки та збільшенню ймовірності не спрацювання при виникненні реальної аварійної ситуації. Тому скорочення помилкових вимикань є одна з основних задач, яка ставиться перед інженерами.

Вирішення описаної проблеми дозволить значно зекономити кошти на капітальні ремонти комутаційного обладнання, підвищити пропускну здатність, підвищити ефективність, чутливість та швидкодію реагування системи на аварійні режими роботи.

Значного покращення можна досягти, якщо поряд із захисним обладнанням використовувати мікропроцесорні системи управління, які б дозволили проводити більш оптимальні налаштування уставок спрацювання вимикача, що базувалися б на результатах моделювання процесів, які проходять у мережі. Також впровадження мікропроцесорних систем дозволяє вводити нові методи захисту за новими параметрами, здійснювати захист водночас за декількома методами, вести статистичний збір інформації, легко настроювати роботу вимикачів для конкретної ділянки мережі та в залежності від зовнішніх умов, вести статистику причин відключення вимикачів тощо.

Таким чином, видно, що впровадження мікропроцесорних систем в систему захисту фідерів є обов'язковим етапом на шляху до створення надійної, рентабельної, захищеної, більш комфортної та дешевої електроенергії.

В роботі запропоновано реалізацію мікропроцесорного комплексу захисту по двох алгоритмах захисту: максимальний струмовий і імпульсний. Максимальний струмовий захист буває поляризованим і неполяризованим. У системі, що розробляється, буде реалізована можливість вибору типу цього захисту шляхом її настроювання оператором. Програмна реалізація цього захисту проста: у певних елементах пам'яті містяться значення уставок спрацювання ШВ для позитивного напрямку струму і негативного (в разі поляризованої). Ці уставки порівнюватимуться із значенням поточного струму в мережі. Для його отримання проводиться підряд шістнадцять запусків АЦП з подальшим прочитанням результату перетворення і на базі цих шістнадцяти значень обчислюється їх середнє, яке надалі і використовуватиметься фоновою програмою як поточне значення струму тягової мережі для проведення порівняння із уставками.

У імпульсному захисті аналіз складніший і виконується тільки для позитивного напрямку струму. Робота кожного швидкодіючого вимикача характеризується його характеристикою спрацювання у вигляді прямої лінії і не можливо отримати оптимальну захисну характеристику. Цього можна досягти шляхом впровадження двох вимикачів і їх настроювання. Максимально близьку характеристику спрацювання до оптимальної можна отримати шляхом застосування мікропроцесорної системи. Для можливості ведення аналізу необхідно:

- близьку до оптимальної захисну характеристику спрацювання записати в пам'ять мікроконтролера у вигляді таблиці: значення струму і відповідне йому значення уставки стрибка струму. Для підвищення швидкості пошуку уставки в даній таблиці і підвищення її точності необхідно, щоб кожному кодовому значенню поточного струму фідера, зчитаному з АЦП, в пам'яті було значення уставки. Таким чином в пам'яті необхідно мати 2^N значень уставок, де N – кількість значущих розрядів АЦП (без знакового розряду і нестійких молодших розрядів). Для використовуваного в системі, що розробляється, АЦП таких розрядів тринадцять. При налаштуванні системи оператор повинен задати точками вид кривої характеристики спрацювання, а потім по цих точках, застосовуючи алгоритм інтерполяції, набути значень уставок ΔI для решти значень струму. Тепер пошук уставки ΔI для значення поточного струму мережі $I_{\text{ТЕК}}$, яке підраховується як було описано в першому абзаці, зводиться до вибірки значення з пам'яті за адресою $(\text{Base}\Delta I + I_{\text{ТЕК}})$, де $\text{Base}\Delta I$ – базова (початкова) адреса таблиці значень уставок ΔI . Кожен елемент цієї таблиці займає два байти;

- для обробки потрібні робочий масив вимірних струмів V_I^P . Розмір кожного елементу масиву – 2 байти. Масив V_I^P – це історія значень вимірних струмів за час, відповідний найповільнішому перехідному процесу КЗ (таким є віддалене КЗ). Між заповненнями двох сусідніх елементів цього масиву проходить інтервал часу рівний $T_{\text{Обр}}$, т.ч. знаючи час перехідного процесу і час $T_{\text{Обр}}$ можна розрахувати довжину цього буферного масиву – k . Масив є циклічним: якщо поточне значення виміряного струму було занесене в елемент з номером $(N-1)$ (нумерація ведеться з нуля), то наступне значення струму буде записано в елемент з номером нуль (N – кількість елементів масиву).

Аналіз на коротке замикання ведеться таким чином:

- отримане з АЦП поточного усередненого значення струму $I_{\text{ТЕК}}$ і записати його в i -ий елемент масиву;

- коли мине час рівний $k \cdot T_{\text{Обр}}$ в елемент масиву з номером $(i+k)$ буде записаний вимірний в той момент струм. Оскільки k відповідає найбільш повільному процесу короткого замикання, то необхідно провести k операцій віднімання елементу $(i+k)$ масиву з попередніми елементами до елементу з номером i , починаючи з $(i+k-1)$ -го. Після кожного віднімання з j -им елементом його результат ΔI_j необхідно порівняти із значенням уставки $\Delta I_j^y = V_I[V_I^P[j]]$. Так гарантується фіксація більш швидкоплинних процесів короткого замикання, ніж той, час якого закладений в число k . Якщо $\Delta I_j > \Delta I_j^y$, то видається команда на відключення ШВ.

На основі запропонованих алгоритмів автори вбачають перспективною розробку мікропроцесорних систем захисту для впровадження в електромережах постійного струму. Яскравим прикладом такої мережі може бути електротягова мережа постійного струму на залізницях.

Development of algorithms for current protection of dc power grids

Mykhalichenko Pavlo¹, Subbotkina Elena², Burenko Alexey³

¹⁻³Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson Branch, Kherson, Ukraine

Annotation. The algorithms of the maximum current and pulse current protection intended for realization of microprocessor systems of protection of direct current electric networks are offered. To implement pulse protection, the use of the so-called optimal protective characteristic is proposed.

Keywords: short circuit, microprocessor system, selective protection.