

Разработка методов применения спайковых нейронных сетей

Алексей Чернышев

Аспирант РК 6

Научный руководитель:

д.ф.-м.н Анатолий Павлович Карпенко

МГТУ им. Н.Э. Баумана

alexey.chernushev@gmail.com

4 марта 2016 г.

Обзор

1 Динамические нейронные сети

- Обзор
- Постановка задачи

2 Проделанная работа

- Функционал качества
- Байесовская оптимизация

3 Итоги

- Проделанная работа и публикации

- 1 Динамические нейронные сети
 - Обзор
 - Постановка задачи
- 2 Проделанная работа
 - Функционал качества
 - Байесовская оптимизация
- 3 Итоги
 - Проделанная работа и публикации

Динамические нейронные сети

Динамические нейронные сети, также известные как “вычислительные резервуары”, в зависимости от рабочей формы сигнала делятся на два вида:

- ❶ Echo State Networks [1] – непрерывный сигнал
 - Являются логическим продолжением идей классических нейронных сетей (нейрон Маккалока-Питтса)
 - Даже на современных компьютерах можно симулировать только небольшие нейронные сети на небольших данных (высокая связность)
- ❷ Liquid State Machines [2] – пульсирующий (спайковый) сигнал
 - Биологически инспирированные нейронные сети во многом повторяют динамику настоящих нейронов
 - Спайковая форма сигнала позволяет оптимизировать вычисления динамики сети (Событийное моделирование)

Постановка задачи

Задача классификации временных рядов

Рассмотрим многомерный временной ряд $x(t) \in \mathbb{R}^n$, который описывает состояние исследуемой системы в моменты времени $t \in [0, T]$, где T интересующий нас интервал активности системы. Набор состояний системы, в которых она может пребывать в определённые непересекающиеся интервалы времени, обозначаем $y \in y_j, j \in 1 : l$. Классифицировать временной ряд $x(t)$ означает правильно определить состояние системы в момент времени на основе её прошлых состояний.

Постановка задачи: нейронная сеть

Классифицирующий спайковый резервуар

Временной ряд $x(t)$ создавая возмущение в нейронной динамической системе, заставляет сеть сформировать новый временной ряд $z(t)$, который несет в себе определенные характеристические свойства. Новые свойства временного ряда позволяют лучше классифицировать его при помощи известных методов (линейная классификация).

- 1 Динамические нейронные сети
 - Обзор
 - Постановка задачи
- 2 **Проделанная работа**
 - Функционал качества
 - Байесовская оптимизация
- 3 Итоги
 - Проделанная работа и публикации

Функционал качества

Введена метрика которая позволяет оценить качество сепарабельности временных рядов для их классификация на основе соотношения Фишера

Применение такой метрики происходит в три этапа:

- Сглаживание пульсирующей формы сигнала
- Применения ядра, который показывает схожесть двух сигналов
- Вычисление соотношения Фишера: межклассовая ковариация деленная на внутриклассовую

Функционал качества

Сглаживающий фильтр

$$\kappa(t) = e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1)$$

Ядро

$$K_{ij} = \int_{t_0}^{t_1} \frac{Z^i(t)Z^j(t)}{|Z^i(t)||Z^j(t)|} dt \quad (2)$$

Соотношение Фишера

$$F = \frac{\text{tr}(S_B^K)}{\text{tr}(S_W^K)} \quad (3)$$

Оптимизация функционала качества

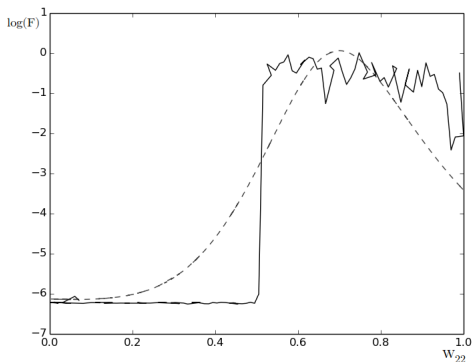
Теория Ресурсоёмкой Глобальной Оптимизации (*Expensive Global Optimization*[3]) оказывается очень кстати в подобных задачах и решает проблему:

- За минимальное количество вычислений найти максимум “чёрного ящика” – критерия качества системы.

Подобное требование достигается при помощи перевода акцента на суррогатную модель заменяющую исходную функцию. Вычисление точки такой модели является дешевым с т.з. ресурсов компьютера.

Оптимизация функционала качества

Сила рекуррентных связей против качества системы $\log(F)$



- 1 Динамические нейронные сети
 - Обзор
 - Постановка задачи
- 2 Проделанная работа
 - Функционал качества
 - Байесовская оптимизация
- 3 Итоги
 - Проделанная работа и публикации

Итоги

Проделана работа:

- Создание методики оптимизации динамических нейронных сетей
- Создана инфраструктура для экспериментов

Публикации за год:

- Карпенко А. П., Кострубин М. С., Чернышев А. С. Эффективность классификации многомерных временных рядов с помощью шейплетов. Наука и образование 2015
- Чернышев А.С., Байесовская оптимизация параметров спайковой нейронной сети для решения задачи классификации временных рядов, Научно практическая конференция НЕЙРОИНФОРМАТИКА 2016
//Москва, в процессе ревью
- Chernyshev A.S., Bayesian Optimization of Spiking Neural Network Parameters to Solving the Time Series Classification Task, FIERCES ON BICA 2016
//Moscow in review process

Ссылки



Jaeger H. Short term memory in echo state networks. – GMD-Forschungszentrum Informationstechnik, 2001. MLA



Natschläger T., Maass W., Markram H. The "liquid computer": A novel strategy for real-time computing on time series //Special issue on Foundations of Information Processing of TELEMATIK. – 2002. – T. 8. – №. LNMC-ARTICLE-2002-005. – С. 39-43.



Jones, D. R., Schonlau, M., & Welch, W. J. (1998). Efficient global optimization of expensive black-box functions. Journal of Global optimization, 13(4), 455-492.

Спасибо за внимание