К ВЫБОРУ МЕТОДА ПРОГНОЗА БИОРИТМОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕЛОВЕКА

Лучинин А.В.

Лучинин Алексей Витальевич – доцент,
кафедра радиоприемных устройств и телевидения,
Институт радиотехнических систем и управления,
Южный федеральный университет, г. Таганрог

Аннотация: *приведен сравнительный анализ методов построения функции регрессии с помощью рядов Фурье и нейронных сетей для проведения медико-биологических исследований.*
Ключевые слова: *прогноз, функция регрессии, биоритмы.*

Предсказание временных рядов является важным для многочисленных приложений разнообразных областей (бизнес, экология, медицина и др.). При проведении медико-биологических исследований часто возникает проблема выделения слабых реакций организма на специально-организованные тестовые или естественные внешние воздействия при больших спонтанных колебаниях контролируемых параметров, соответствующих «фоновой» (без воздействия) активности организма. Как правило, реакция той или иной физиологической системы организма на внешнее воздействие может быть выявлена только с некоторой временной задержкой относительно момента предъявления воздействия (от единиц миллисекунд до нескольких часов и более в зависимости от уровня иерархии исследуемой системы организма). Поэтому для повышения достоверности медико-биологических исследований необходимо разработать методики и алгоритмы предсказания временных рядов «фоновых» значений контролируемых параметров с выделением отклонений от их экспериментальных значений, зафиксированных после воздействия.

Поскольку оценки будущих значений данных важны для принятия решений (например, при внутрисменном контроле операторов сложных и ответственных видов деятельности, при использовании детекторов лжи, при ранней диагностике состояния здоровья и т.д.), то всегда существует потребность в лучших техниках предсказания.

Анализ электрофизиологических сигналов имеет определенные отличия от анализа сигналов, например, в сейсмической разведке или в гидролокации. При анализе сигналов техногенного характера или отклика физических систем (механических, электромеханических) численные значения параметров сигнала (амплитуда, частота, спектр, автокорреляционная функция) практически всегда связаны с характеристиками исследуемых систем. При анализе электрофизиологических сигналов принято считать, что такой модели практически никогда не бывает. Зачастую при анализе электрофизиологических сигналов врач-эксперт анализирует кривые, больше опираясь на критерии подобия и ранее встречавшиеся прецеденты. Так, для выявления медленно-волновых компонент по суточной записи R-R сначала проводят выделение фрагментов записи для анализа. Как правило, в спектре сигнала медленно-волновые компоненты не всегда явно выражены или занимают широкую полосу частот по типу амплитудно-модулированных колебаний. Другими словами возникает проблема поиска «резонансной» длины анализируемого цикла.

В работе [1] предложен метод прогноза биоритмологических характеристик человека, основанный на выделении противофазных компонентов спектра сигналов и построении функции регрессии раздельно для каждой из них. Выявлено, что ритмозадающие компоненты спектра модулируются медленно-волновыми компонентами по типу амплитудной модуляции с подавленной несущей. Приведены оценки точности аппроксимации с помощью «прямой» регрессии высокочастотных противофазных компонент и с помощью регрессии огибающей высокочастотного сигнала с последующим восстановлением несущей. Для реализации метода используются стандартные методы цифровой обработки сигналов (спектральный анализ, цифровая фильтрация, метод «синхронного детектирования»). Основные результаты получены на примере выделения медленно-волновой (около минутной) компоненты фотоплетизмограммы, но могут быть применены и для других электрофизиологических сигналов (ЭЭГ, ЭКГ, ЭМГ и др.). Показана возможность реконструкции сигнала на большой интервал времени, что позволяет спрогнозировать фон, относительно которого можно оценить эффективность того или иного физиотерапевтического воздействия, проведенного в конце анализируемого периода. «Дальность» прогноза при этом может быть обеспечена порядка 1/8 ÷1/4 анализируемого периода с коэффициентом корреляции между функцией регрессии и экспериментальными данными до 0,7÷0,9. При наличии спрогнозированной динамики наблюдаемых параметров можно по их тренду определить начало ситуации с аномальными данными и оценить уровень отклонения от нормы.

Многочисленные исследования показали также эффективность методов искусственного интеллекта в области предсказания временных рядов ([2, 3] и др.). По сравнению с традиционными статистическими

методами, нейронные сети предоставляют высокую гибкость по отношению к типам функций, которые могут быть адаптивно аппроксимированы в течение процесса обучения. Они хорошо подходят к задачам аппроксимации функций. После обучения на примерах из обучающего множества они могут обобщать новые данные. Эффективность обработки временных рядов возрастает, когда при обработке нейронными сетями предусматривается какой-нибудь механизм задержки, поскольку многочисленные входные данные вместе с порядком их следования должны оказать влияние на выход. Окна, временные задержки и обратная связь являются примерами таких механизмов. Сети, которые могут обрабатывать временные ряды, требуют, по крайней мере, один механизм задержки, но наилучший эффект может быть достигнут комбинированием различных механизмов, таких как, например, входное окно и обратная связь. Обработка временных рядов экспериментальных данных, приведенных в [4] с применением таких рекуррентных нейронных сетей, показал, что коэффициент корреляции между функцией регрессии и экспериментальными данными так же, как и при первом методе, может достигать величин порядка 0,8–0,9.при прогнозировании на временной интервал, равный длительности обучающей выборки.

Список литературы

1. *Лучинин А.В., Старченко И.Б., Резниченко А.А.* Анализ и выявление медленно-волновых компонент фотоплетизмограммы и построение функции регрессии. // Известия ЮФУ. Технические науки, 2014. № 10 (159). С. 114-120.
2. *Калан Р.* Основные концепции нейронных сетей. М.: Вильямс, 2001. 287 с.
3. *Петухов А.П.* Введение в теорию всплесков. Санкт-Петербург.: СПбГТУ, 1999. 131 с.
4. *Лучинин А.В., Федоров В.М.* Прогнозирование данных в медицинских исследованиях с использованием рекуррентных нейронных сетей. Таганрог // Сб. трудов научно-практической конференции «Информационная безопасность». Таганрог, 2002. С. 303–306.