

УДК 03

ПОСТРОЕНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО АКУШЕРСКОГО КРОВОТЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГА

Пачаджи М.А., Васяева Т.А.

*Донецкий национальный технический университет,
кафедра автоматизированных систем управления
donnty@mail.ru, vasyaeva@gmail.com*

Обсуждается подход к получению знаний медицинских систем поддержки принятия решений. Разработан метод выбора оптимальной регрессионной модели для прогнозирования патологического акушерского кровотечения роженицы.

Введение

Ежегодно в мире при родах и в послеродовом периоде умирает 350-370 женщин. Самая частая причина смертности – акушерское кровотечение. Акушерские кровотечения – это одно из самых опасных осложнений, которые могут произойти во время родов. Они бывают в 2–3 % случаев [1].

Наличие метода для прогноза патологической кровопотери при родах во время беременности накануне родов позволит своевременно создать запасы кровезаменителей, плазмы, препаратов крови, возможно и аутокрови, а также оказать адекватную терапию с привлечением высококвалифицированных реаниматологов, акушеров-гинекологов и сосудистых хирургов для проведения органосохраняющих операций (перевязка сосудистых пучков и подчревных артерий) в случае развития послеродового кровотечения.

Общая постановка проблемы

При построении регрессионной модели основной задачей является расчет коэффициентов и отбор необходимых факторов. С помощью ГА эти две задачи можно решить одновременно и найти оптимальное количество (множество) факторов риска развития кровотечений для построения регрессионной модели. Важным является определение риска кровопотери при родах более чем на 0,5 % от массы тела, с целью диагностирования и принятия, соответствующих мер.

Разработка метода

Стандартный ГА предполагает следующую последовательность [2], рис.1.

Первым этапом ГА является генерация начальной популяции хромосом. Затем алгоритм генерирует следующее поколение (популяцию), с помощью трех основных генетических операторов:

1. Оператор репродукции (ОР).
2. Оператор кроссинговера (ОК).
3. Оператор мутации (ОМ).

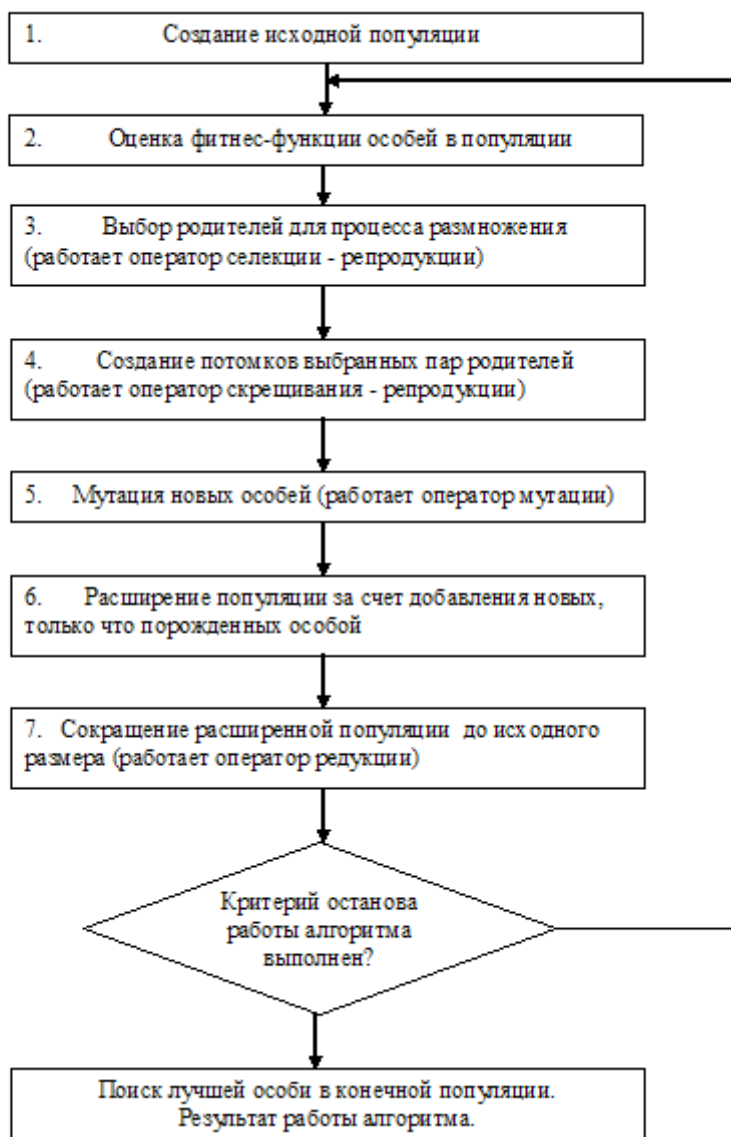


Рисунок 1. Простой генетический алгоритм

ГА работает до тех пор, пока не будет выполнено заданное количество поколений (итераций) процесса эволюции или пока на некоторой генерации будет получено заданное качество или вследствие преждевременной сходимости при попадании в некоторый локальный оптимум. В каждом поколении множество искусственных особей создается с использованием старых и добавлением новых с хорошими свойствами.

На первом этапе выполняется генерация начальной популяции, которая заключается в формировании набора хромосом. Используемый подход к кодированию хромосомы показан на рис 2. Каждая хромосома представляется последовательностью определенного количества битов (определяется максимальным количеством факторов риска) [3]. Значение каждого бита равно «1», если фактор с соответствующим номером присутствует в данном наборе, и «0», если этот фактор отсутствует. Каждой хромосоме соответствует своя регрессионная модель, и для построения каждой такой модели (поиска коэффициентов уравнения регрессии) используется метод наименьших квадратов (МНК) [4].

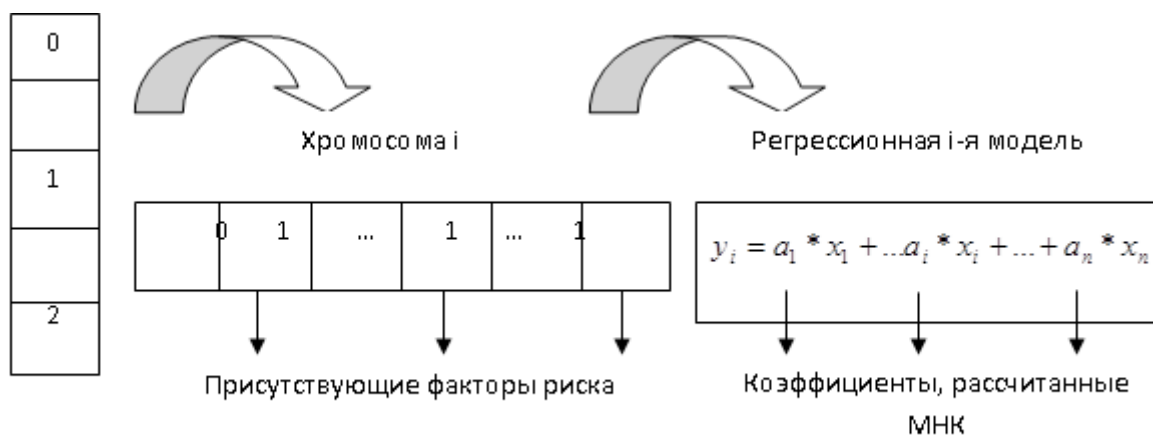


Рисунок 2. Кодирование хромосомы

Второй этап подразумевает формирование фитнес-функции. В качестве фитнес-функции используется ошибка регрессионной модели, которая вычисляется по формуле

$$E = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (y - y')^2 \quad (1)$$

где N – объем обучающей выборки; y – полученный результат по регрессионной модели; y' – желаемый результат.

Лучшей особью будет та, которая имеет минимальную ошибку, то есть минимальную фитнес-функцию.

Третий этап является решением генетического алгоритма.

Генетические операторы выполняются стандартные [2-3,5].

Самый простой метод реализации ОР – построение колеса рулетки, в которой каждая хромосома имеет сектор, пропорциональный ее значению ЦФ.

Применяется простой оператор кроссинговера (ОК), который выполняется в 3 этапа:

- выбираются две хромосомы (родители) из текущей популяции;
- случайно выбирается точка скрещивания – число k из диапазона $[1, 2 \dots n-1]$, где n – длина хромосомы;
- две новых хромосомы A' и B' (потомки) формируются из A и B путем обмена подстрок после точки скрещивания (рис. 3).

ОК выполняется с заданной вероятностью P_c (отобранные два родителя не обязательно производят потомков).

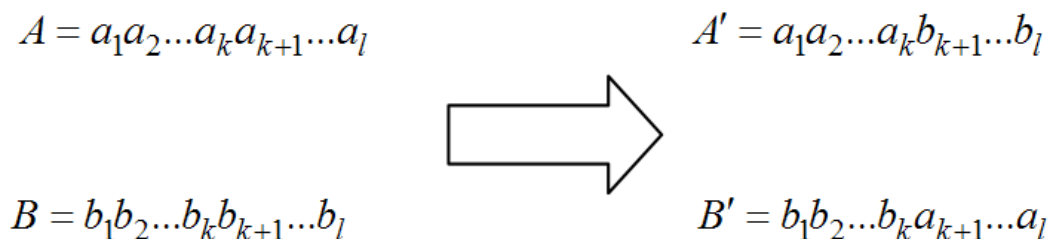


Рисунок 3. Формирование хромосом оператором кроссинговера

Оператор мутации играет вторичную роль и его вероятность обычно мала. Оператор мутации выполняется в 2 этапа:

1. Оператор мутации (ОМ) играет вторичную роль и его вероятность обычно мала. Оператор мутации выполняется в 2 этапа:

- в хромосоме $A = a_1 a_2 a_3 \dots a_k \dots a_n$ случайно выбирается k -ая позиция (бит) для мутации ($1 \leq k \leq n$);
- производится инверсия значения гена в k -й позиции, формула (2).

$$a_k' = \overline{a_k} \quad (2)$$

Реализация метода

Реализован рассмотренный подход [6]. На рис. 4 показана экранная форма разработанного приложения. В центральной части окна показан результат чтения данных из файла. Данные представляют собой информацию о роженицах, включающие разнообразные медицинские параметры. Показаны значения коэффициентов уравнения регрессии для выбранной модели (при каждом участвующем факторе риска).

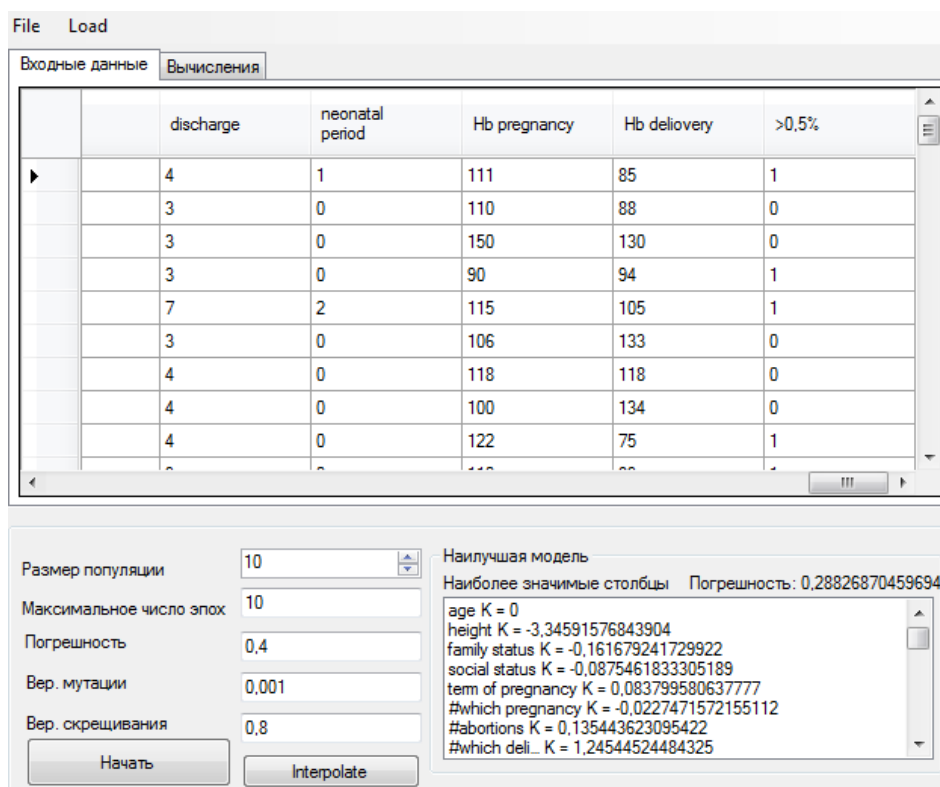


Рисунок 4. Экранная форма реализации построения модели

Выводы

Рассмотрена и решена актуальная задача прогнозирования акушерского кровотечения еще на этапе беременности. Рассчитаны коэффициенты в уравнениях регрессионных моделей, отобраны полезные факторы риска из общего набора параметров, выбрана оптимальная регрессионная модель для прогнозирования патологического акушерского кровотечения на основе ГА.

Список источников

- [1] Радзинский В.Е. Акушерский риск. Максимум информации минимум опасности для матери и младенца. / В.Е. Радзинский, С.А. Князев, И.Н. Костин. – Изд.: Эксмо. – Скобцов Ю.О. Основы еволюційних обчислень / Скобцов Ю.О. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 316 с.
- [2] Васяева Т.А. Отбор факторов риска потери крови при родах / Т.А. Васяева, Д.Е. Иванов, И.В. Соков. // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали міжнародної наукової конференції. Том 1. - Херсон: ХНТУ, 2011. – 472 с.
- [3] Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем / Ивахненко А. Г. – Киев: Наук. думка, 1981. – 296 с.
- [4] Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. [Пер. с польск. Рудинского И.Д.]. М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
- [5] Пачаджи М.А., Васяева Т.А. Отбор регрессионных моделей для прогнозирования потери крови при родах с помощью ГА. Збірка матеріалів ІІІ Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених.ІУС та КМ-2012 11-13 квітня 2012р., Донецьк, ДонНТУ, 2012.