

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СЕМЕЙ ҚАЛАСЫНЫҢ
ШӘКӘРІМ АТЫНДАҒЫ МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

В Е С Т Н И К

ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ШАКАРИМА
ГОРОДА СЕМЕЙ

**СЕМЕЙ ҚАЛАСЫНЫҢ
ШӘКӘРІМ АТЫНДАҒЫ МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
Х А Б А Р Ш Ы С Ы**

**ТЕХНИКА, БИОЛОГИЯ, АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ,
ВЕТЕРИНАРИЯ, ТАРИХ, ЭКОНОМИКА
ҒЫЛЫМДАРЫ**

Куәлік № 13882-Ж

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады

***Журнал қазақ, орыс, ағылшын
тілдерінде шығады***

ISSN 1607-2774

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ

Бас редактор – Ескендіров М.Ғ., тарих ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей);

Әмірханов Қ.Ж. – техника ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей);

Әпсәлемов Н.А. – экономика ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей);

Атантаева Б.Ж. – тарих ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей);

Вашукевич Ю.Е. – экономика ғылымдарының докторы, профессор (Ресей, Иркутск);

Дүйсембаев С.Т. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей);

Еспенбетов А.С. – филология ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей);

Кәкімов А.Қ. – техника ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей);

Кешеван Н. – PhD, профессор (Англия, Лондон);

Кожебаев Б.Ж. – ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы (Қазақстан, Семей);

Молдажанова А.А. – педагогика ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Астана);

Ребезов М.Б. – ауылшаруашылық ғылымдарының докторы, (Ресей, Мәскеу)

Сандип Шарма – MBA, LLB, PhD (Үндістан, Нью-Дели)

Тоқаев З.Қ. – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей);

Рақыпбеков Т.Қ. – медицина ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан, Семей).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Ескендіров М.Г. – доктор исторических наук, профессор (Казахстан, Семей);

Амирханов К.Ж. – доктор технических наук, профессор (Казахстан, Семей);

Апсалямов Н.А. – доктор экономических наук, профессор (Казахстан, Семей);

Атантаева Б.Ж. – доктор исторических наук, профессор (Казахстан, Семей);

Вашукевич Ю.Е. – доктор экономических наук, профессор (Россия, Иркутск);

Дюсембаев С.Т. – доктор ветеринарных наук, профессор (Казахстан, Семей);

Еспенбетов А.С. – доктор филологических наук, профессор (Казахстан, Семей);

Какимов А.К. – доктор технических наук, профессор (Казахстан, Семей);

Кешеван Н. – PhD, профессор (Англия, Лондон);

Кожебаев Б.Ж. – доктор сельскохозяйственных наук (Казахстан, Семей);

Молдажанова А.А. – доктор педагогических наук, профессор (Казахстан, Астана);

Ребезов М.Б. – доктор сельскохозяйственных наук (Россия, Москва);

Сандип Шарма – MBA, LLB, PhD (Индия, Нью-Дели);

Токаев З.К. – доктор ветеринарных наук, профессор (Казахстан, Семей);

Рахыпбеков Т.К. – доктор медицинских наук, профессор (Казахстан, Семей).

А.А. Савостин, К.Т. Кошеков, Г.В. Савостина, А.В. Ларгин

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ

Аннотация: В статье рассматривается возможность использования средств машинного обучения на базе алгоритмов деревьев решений для бинарной классификации электрокардиограмм. В частности исследуется проблема выявления заболевания инфаркт миокарда определенной локализации на фоне записей здоровых людей. Авторами предложен метод предварительной обработки электрокардиографических данных для формирования числовых признаков объектов обучающей выборки. Для этого используется процедуры цифровой фильтрации, детектирование значащих компонентов электрокардиограммы и статистические методы. Выполнен поиск оптимальной конфигурации дерева путем оценки качества классификации при различных сочетаниях гиперпараметров. Проанализирована интерпретируемость результатов, сделаны выводы о качестве работы классификатора. Установлен факт повышения доли правильных ответов (ассигасу) классификатора при использовании композиции из деревьев решений и увеличении объема обучающей выборки.

Ключевые слова: электрокардиограмма, классификация, машинное обучение, дерево решений

Применение современных информационных технологий в медицинских исследованиях открывает возможности для создания новых инструментов интеллектуального анализа диагностических данных. В частности такие инструменты эффективно реализуются при помощи самообучающихся интеллектуальных систем, использующих различные алгоритмы машинного обучения (МО). Отличительной особенностью применения МО в медицине является возможность обеспечить анализ данных, опираясь на обширные знания и исключительный индивидуальный опыт медицинских специалистов. В то же время методы МО способны анализировать большие объемы многомерных данных и выявлять в них скрытые паттерны. Найти такие скрытые закономерности во все возрастающих объемах диагностической информации, предоставляемой современным медицинским оборудованием, человеку просто не под силу.

В связи с этим вполне обосновано ожидать положительного эффекта от способности к обучению и обобщению знаний алгоритмами МО в задачах детектирования распространенных заболеваний сердечно-сосудистой системы человека по записям электрокардиограмм (ЭКГ), для которых накоплен большой объем диагностической информации в удобной для анализа форме.

Автоматизированный анализ ЭКГ представляет собой достаточно сложную плохо формализованную задачу, из-за биоэлектрической природы ЭКГ-сигнала – его недетерминированности, нестационарности и подверженности многочисленным помехам. Вместе с этим в области медицинских исследований важную роль играет возможность интерпретируемости полученных результатов. Поэтому при выборе средств анализа данных необходимо ориентироваться не только на качество работы алгоритмов, но и на возможность явного понимания критериев оценки, используемых этим алгоритмом при формировании решения. Среди существующих методов МО таким условиям удовлетворяют алгоритмы классификации на основе деревьев решений [7].

На основании этого, целью данной работы является исследование возможности использования деревьев решений для бинарной классификации ЭКГ. В частности, ставится задача создать модель классификатора, способного с приемлемой точностью отделить зарегистрированные ЭКГ человека с инфарктом миокарда (локализация – нижний [1]) от ЭКГ здоровых людей.

В ходе решения поставленной задачи при формировании обучающей выборки использована открытая база записей The PTB Diagnostic ECG Database [5], содержащая 549 записей ЭКГ для 12 стандартных отведений и 3 отведений по Франку. Каждый сигнал

оцифрован с частотой $f_s = 1$ кГц и разрешением 16 бит, снабжен подробным клиническим резюме.

Для используемых в процессе исследования ЭКГ-сигналов был выполнен препроцессинг. ЭКГ были обработаны банком цифровых фильтров для устранения влияния аддитивных помех. При выделении низкочастотного дрейфа изолинии [6] применялась фильтрация во временной области скользящим средним. Для подавления высокочастотных помех использована последовательная обработка сигналов фильтрами Баттерворта шестого порядка $N = 6$ с частотой среза $f_{LP} = 75$ Гц и нулевым фазовым сдвигом, а так же режекторным фильтром второго порядка $N = 2$ с частотой режекции на $f_C = 50$ Гц.

На следующем шаге определялись диагностические признаки классифицируемой по ЭКГ патологии. В соответствии с [1] нижний инфаркт миокарда проявляется в изменении формы ЭКГ в отведениях II, III, aVF. При этом типичными признаками являются патологический зубец Q или комплекс QS, уменьшение амплитуды зубца R, подъем сегмента RST (ST) и отрицательный зубец T.

Сильная изменчивость формы элементов ЭКГ во времени для одного и того же сигнала дала возможность сформировать выборку из $M = 8852$ кардиокомплексов в каждом отведении II, III, aVF в норме и при наличии инфаркта по данным [5]. При этом, на базе программных инструментов [7] выполнено извлечение из отобранных кардиокомплексов следующих элементов: зубца Q (от начала QRS комплекса до вершины зубца R), сегмента ST и зубца T.

Каждый извлеченный из кардиокомплекса элемент ЭКГ представляет собой ограниченный по времени фрагмент исходного сигнала. Для каждого такого элемента вычислялось среднееквадратическое отклонение σ_x , как мера неопределенности, а так же среднее арифметическое $\bar{x}$, как мера оценки центральной тенденции.

В результате, полученную обучающую выборку можно представить в виде матрицы размером $M \times (R + 1)$, где $M = 8852$ – число используемых для обучения объектов – отобранных кардиокомплексов ЭКГ, $R = 18$ – число признаков объекта в виде рассчитанных σ_x и $\bar{x}$ для элементов Q, ST и T в отведениях II, III, aVF. В последнем $(R + 1)$ -ом столбце матрицы содержится целевая переменная y . Причем $y = 1$ для объектов с наличием патологии, а $y = 0$ – для объектов без патологии.

На рисунке 1 показана матрица корреляций признаков обучающей выборки. Здесь для признаков приняты следующие обозначения: Q, ST, T – соответственно элементы Q, ST, T ЭКГ; mean и std – среднее арифметическое $\bar{x}$ и среднееквадратическое отклонение σ_x для соответствующих элементов ЭКГ; II, III, aVF – соответственно отведения II, III, aVF.

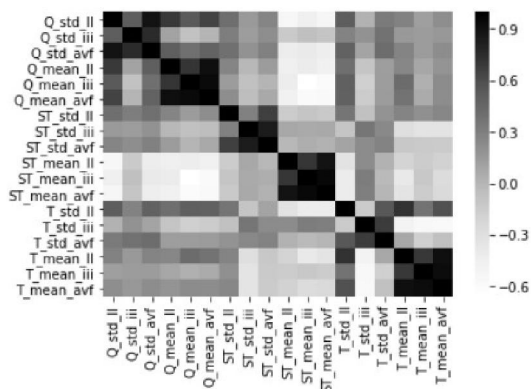


Рисунок 1 – Матрица корреляций признаков обучающей выборки

Как следует из рисунка 1, наблюдается достаточно сильная корреляция признаков элементов ЭКГ в отведении aVF с отведениями II и III. В связи с этим, для сокращения размерности пространства признаков, данные для отведения aVF были удалены из обучающей выборки ($R = 18 - 6 = 12$). Дальнейшее понижение размерности приведет к снижению качества работы классификатора, так как визуальное исследование данных показывает сильное наложение числовых характеристик признаков объектов в условиях одного отведения для ЭКГ с патологией и без, например, как показано на рисунке 2.

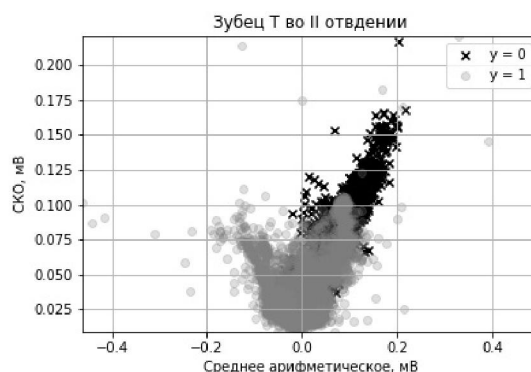


Рисунок 2 – Распределение признаков для зубца Т во II отведении

Для обучения классификационного дерева решений в работе используется высокоуровневый язык программирования Python 3 и библиотека для машинного обучения Scikit-learn 0.19.1.

В задаче классификации ЭКГ в качестве критерия качества разбиения для дерева решений используется неопределенность Джини [2] в случае бинарной классификации определяемая в виде:

$$G = 1 - \sum_k (P_k)^2 = 2P_+(1 - P_+), \quad (1)$$

где P_k – в общем виде вероятность наступления k -ого события; P_+ – для бинарной классификации – вероятность объекта иметь целевую переменную $y = 1$.

Для корректной оценки обобщающей способности исследуемого алгоритма применяется десятикратная перекрестная проверка по представленным данным. При этом исходная обучающая выборка случайным образом разбивается на два подмножества – тренировочное (70%) и проверочное (30%).

Проверочное подмножество используется для оценки качества работы классификатора после завершения процедуры обучения дерева, чтобы учесть явление переобучения [2].

Для того чтобы оценить механизм выбора признаков объекта используемым алгоритмом в процессе классификации выполним обучение дерева с небольшой максимальной глубиной, равной трем. Глубина дерева является одним из гиперпараметров модели, влияющим на ее сложность, а так же качество работы. Малое значение глубины не сможет обеспечить высокую точность классификации, однако покажет наиболее значимые признаки с точки зрения алгоритма обучения.

На рисунке 3 показана структура полученного дерева решений.

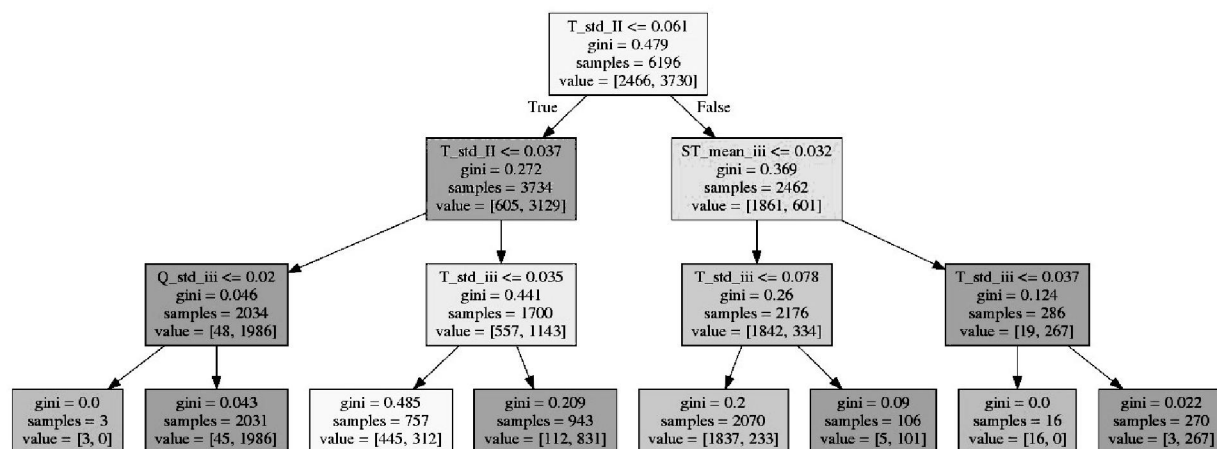


Рисунок 3 – Структура дерева решений с глубиной, равной трем

Для построения дерева используется принцип так называемой «жадной» максимизации прироста информации [8], т.е. на каждом шаге отдается предпочтение признаку, при разделении по которому прирост информации оказывается наибольшим –

неопределенность Джини (1) уменьшается. В случае рисунка 3 эта процедура будет повторяться, пока глубина дерева не станет равна трем. Дерево содержит 8 листьев (нижний ряд прямоугольников). В каждом листе прогноз дерева будет определяться по наибольшему числу объектов (value) того или иного класса (классы на рисунке 3 различаются по интенсивности заливки прямоугольников).

Как можно убедиться, наиболее информативным признаком для алгоритма является среднеквадратическое отклонение зубца Т во II-ом отведении – T_std_II (рисунок 3). Разбиение происходит при значении $T_std_II = 0.061$ мВ. Действительно, согласно рисунку 2, прямая $f(x) = 0.061$ разобьет пространство признаков на две группы с различными преимущественными значениями целевой переменной у.

В полученных после разбиения ветвях наблюдается снижение неопределенности Джини: $gini = 0.272$ для $y = 1$ и $gini = 0.369$ для $y = 0$. Однако, судя по рисунку 3, выбранных признаков оказывается недостаточно для качественной классификации, и алгоритм задействует другие имеющиеся признаки. Данный процесс продолжается рекуррентно.

Хотя в некоторых листьях дерева удастся снизить критерий качества разбиения (1) до нуля или близкой к нему величины, но выбранной глубины все же недостаточно, так как вычисленная доля правильных ответов модели составляет $accuracy = 0,88$. Поэтому требуется ее настройка путем выбора оптимальных гиперпараметров.

Рисунок 4 (а) демонстрирует долю правильных ответов при различных сочетаниях таких гиперпараметров, как максимальная глубина дерева, а так же максимальное число признаков, по которым ищется лучшее разбиение в дереве.

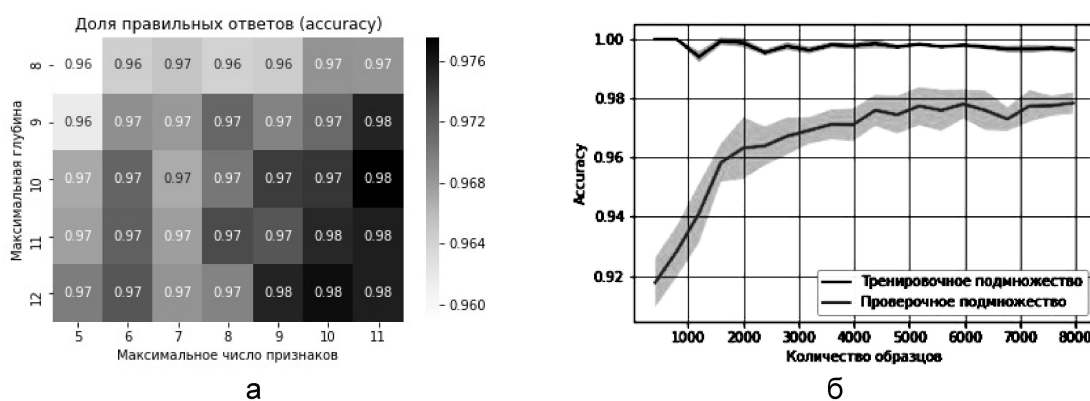


Рисунок 4 – Результаты обучения алгоритма: а – доля правильных ответов в зависимости от сложности модели; б – кривая обучения

В результате лучшая точность на десятикратной перекрестной проверке достигнута при максимальной глубине равной 10 и максимальном числе признаков – 11. При этом вычисленная доля правильных ответов на проверочном подмножестве составила $accuracy = 0.96$.

На рисунке 4 (б) показана кривая обучения для модели с найденными оптимальными значениями гиперпараметров. График демонстрирует зависимость доли правильных ответов от размера обучающей выборки. Заметная особенность кривой обучения рисунка 4 – недостаточная сходимости к конкретному значению оценки при росте числа обучающей выборки. Из этого можно сделать вывод, что качество модели можно пытаться улучшить путем добавления новых обучающих данных [2].

Поскольку соотношение классов в задействованной выборке не равное, то использовать для оценки качества обучения единственный параметр $accuracy$ недостаточно. Поэтому для модели на проверочном подмножестве были рассчитаны следующие метрики [4].

Precision (точность) – доля объектов, названных классификатором положительными ($y = 1$) и при этом действительно являющимися положительными:

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{1551}{1551 + 39} = 0.975, \quad (2)$$

где TP (*True Positives*) – это истинно положительные случаи, т.е. верно классифицированные; FP (*False Positives*) – ложно положительные случаи, т.е. ЭКГ здоровых людей, классифицированные как ЭКГ с патологией.

$Recall$ (полнота) – доля объектов положительного класса из всех объектов положительного класса:

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{1551}{1551 + 54} = 0.966, \quad (3)$$

где FN (*False Negatives*) – ложно отрицательные случаи, т.е. ЭКГ с признаками болезни, классифицированные как ЭКГ здоровых людей.

Для объединения $precision$ и $recall$ в агрегированный критерий качества используем F-меру как среднее гармоническое $precision$ и $recall$ [4]:

$$F_{\beta} = (1 + \beta^2) \frac{Precision \cdot Recall}{(\beta^2 Precision) + Recall} = 0.971, \quad (4)$$

где $\beta = 1$, определяет вес точности в метрике.

Еще более снизить уровень ошибки возможно путем использования композиции из рассматриваемых алгоритмов, каждый из которых будет обучаться отдельно, беря для каждого разбиения признаки из их случайного подмножества. При этом результат классификации определится путем голосования. Данный метод называется алгоритмом случайного леса [3]. Он снижает дисперсию ошибки базового метода деревьев решений.

Так определив число деревьев в композиции равное 100, и выполнив обучение случайного леса на тренировочном подмножестве, авторам удалось достигнуть значения доли правильных ответов на проверочном подмножестве, равной $accuracy = 0.99$.

Полученные в работе результаты доказывают хорошую применимость алгоритма деревьев решений для задачи бинарной классификации ЭКГ. Генерируемые алгоритмом правила классификации понятны человеку, дерево быстро обучается и делает прогноз, используя малое число параметров модели. Однако описанный метод имеет и свои недостатки. Алгоритм деревьев решений способен только интерполировать данные. Так же модель чувствительна к шумам и пропускам во входных данных. Из-за свойства дерева в разделении пространства признаков гиперплоскостями, параллельными одной из координатных осей, качество классификации на практике может уступать другим видам алгоритмов машинного обучения. Последние недостатки устраняются при использовании алгоритма случайного леса.

Литература

1. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография: Учебн. пособие. – 12-е издание. – М.: МЕДпресс-информ, 2014. – 320 с.
2. Плас Дж. Вандер Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб.: Питер. 2018. – 567 с.
3. Breiman, L. Random Forests. Machine Learning. October 2001, Volume 45, Issue 1, PP. 5-32
4. Davis J., Goadrich M. (2006). The Relationship Between Precision-Recall and ROC Curves. // Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning, Pittsburgh, PA.
5. Goldberger A.L., Amaral L.A., Glass L. et. al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. Circulation. 2000. – № 101(23). – PP. 215-220
6. Kligfield P., Gettes L.S., Bailey J.J., et al. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. Part I. AHA/ACC/HRS Scientific Statements. Circulation. 2007. – № 115. – PP. 1306-1324
7. Silva I., Moody G. An Open-source Toolbox for Analysing and Processing PhysioNet Databases in MATLAB and Octave. Journal of Open Research Software. – № 2(1). – 2014
8. Xindong Wu et. al. Top 10 algorithms in data mining. Knowledge and Information Systems. January 2008, Volume 14, Issue 1, PP. 1–37

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММАНЫ ЖІКТЕУГЕ АРНАЛҒАН ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ДАРАҚТАРЫН ҚОЛДАНУ

А.А. Савостин, К.Т. Кошеков, Г.В. Савостина, А.В. Ларгин

Мақалада электрокардиограммаларды бинарлық жіктеу үшін шешім қабылдау дарағының алгоритмдері негізінде машина құралдарын пайдалану мүмкіндігі қарастырылған. Сау адамдардың сауығуы аясында белгілі бір оқшаулаудың миокард инфарктісін іздестіру жұмыстары жүргізілуде. Авторлар оқыту объектілерінің сандық сипаттамаларын қалыптастыру үшін электрокардиографиялық деректерді алдын-ала өңдеу әдісін ұсынды. Ол үшін цифрлық фильтрация, электрокардиограмманың маңызды компоненттерін іздеу және статистикалық әдістер қолданылады. Оңтайлы дарақтанн жасалған конфигурацияны іздеу гиперпараметрлердің түрлі комбинациялары үшін жіктеу сапасын бағалау арқылы жүргізілді. Нәтижелердің интерпретациясы талданды, классификатордың сапасы туралы тұжырымдар жасалды. Тұжырымдамалық ағаштардың құрамын пайдаланғанда және оқу үлгісінің көлемін жоғарылату кезінде классификатордың дұрыс жауаптарының (ассурасу) үлесін арттыру фактісі белгіленді.

Түйін сөздер: электрокардиограмма, жіктеу, машиналық оқыту, шешім қабылдау дарағы.

APPLICATION OF DECISION TREES FOR CLASSIFICATION OF ELECTROCARDIOGRAM

A. Savostin, K. Koshekov, G. Savostina, A. Largin

The article considers the possibility of using machine learning tools based on decision tree algorithms for binary classification of electrocardiograms. In particular, the problem of detecting a disease of myocardial infarction of a certain localization against the background of records of healthy people is being investigated. The authors proposed a method for preliminary processing of electrocardiographic data for the formation of numerical characteristics of training sample objects. For this, digital filtration procedures, detection of significant components of the electrocardiogram and statistical methods are used. The search for the optimal tree configuration has been carried out by evaluating the quality of classification for various combinations of hyperparameters. Interpretability of results is analyzed, conclusions are drawn about the quality of the classifier. The fact of increasing the accuracy of the classifier when using the composition of decision trees and increasing the volume of the training sample is established.

Key words: electrocardiogram, classification, machine learning, decision tree

FTAXP: 81.93.29

К.М. Сагиндыков¹, Ж.А. Мужтабина¹, А.Д. Ақанов²

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

²Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.

ДЕРЕКТЕР ҚОРЫНДАҒЫ АҚПАРАТҚА ҚОЛЖЕТІМДІЛІКТІ ШЕКТЕУ ТӘСІЛДЕРДІН ТАЛДАУ

Аңдатпа: Жеке жазбаларға қол жеткізуді шектеу міндеттері қазіргі заманғы ақпараттық жүйелерде қол жеткізуді шектеу ікемділігінің өсуіне байланысты, оның ішінде оларды мемлекеттік немесе коммерциялық құпияға жатқызылған ақпаратты сақтау үшін пайдаланған кезде жиі туындайды. Жұмыс барысында деректер қорының кестелеріндегі жазбаларды шектеу және бүркемелеу үшін файлдық жүйелерде қолданылатын қолжетімділікті шектеу модельдері қарастырылады. Бұл реляциялық деректер қорына қолжетімділікті шектеу мүмкіндігін айтарлықтай кеңейтуге мүмкіндік береді. SQL тілін қолдайтын деректер қорын басқару жүйесінде қолдану үшін модельдер бейімделген. Бұл оларды қазіргі заманғы деректер қорын басқарудың реляциялық жүйелерінің көпшілігінде пайдалануға мүмкіндік береді және деректер қорын басқару жүйесі арасында еркін реттелетін қосымшаларды құруға кедергі келтірмейді.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.Ж. Амиров, С.Р. Жаксыбаева, Ж.Б. Кадинова РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	3
Қ.Б. Боргекова АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОСТАВНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ.....	6
С.А. Гученко, А.Ш. Сыздыкова, С.С. Касымов, В.М. Юров СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	11
Г.Т. Даненова, С.А. Дукенбаева ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАБОТЫ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ.....	15
Г.Т. Даненова, Б.Х. Шодырова РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ» В СИСТЕМЕ ОТДЕЛА КАДРОВ.....	19
М.У. Дюсембинова, Р.Т. Динжуманова О ПРИМЕНЕНИИ ЗОЛОТЫХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ФОТОТЕРМАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ.....	24
Ж.А. Жакупбекова, М.Аятхан, М.У. Жабаева, З.Е. Баязитова АҚМОЛА ОБЛЫСЫНЫҢ РАДИАЦИЯЛЫҚЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІН ТАЛДАУ	28
А. Жармухамбетова, Ж. Молдабаева, Г. Иманкулова ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	32
М.М.Какимов, М.Ж. Арынбаева, А.Телеуғазықызы, Э.Ж. Аринова ПРЕСТЕУ ПРОЦЕСІ КЕЗІНДЕГІ ЕТ-СҮЙЕКТІ ШЫЖЫҚТЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ	35
М.М. Какимов, Ж.Ж. Мұстафин, М.Ж. Арынбаева, Э.Ж. Аринова ҚҰРҒАҚ МАЛ ЖЕМІ ӨНДІРІСІНДЕ ШНЕКТІ ПРЕСПЕН ПРЕСТЕУ КЕЗІНДЕ МАЙЛЫЛЫҒЫНЫҢ ӨРТҮРЛІ ПАРАМЕТРЛЕРГЕ ТӘУЕЛДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	40
З.В. Капшакбаева, Ж.К. Молдабаева, А.А. Майоров, Г.К. Тулеубекова ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЗЬЕГО МОЛОКА ПРИ ВЫРАБОТКЕ СЫРА ТИПА «ХАЛЛУМИ».....	45
И.С. Мусатаева, Г.К. Жекебаева ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	49
И.С. Мусатаева, Ж.К. Садыкова ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖИВОТНЫХ.....	53
Н.Ш. Отарбаев, К.С. Надиров, Ж.К. Шуханова, А.Д. Золотов РАЗРАБОТКА СОСТАВА РЕАГЕНТА КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ	57
К.М. Сагиндыков, Г.Н. Турсынғалиева ӘЛЕУМЕТТІК ТОПТЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ МЕН ПРОГРАММАЛЫҚ ЖАБДЫҒЫН ҚҰРУ НЕГІЗДЕРІ	64

А.К. Смагулов, Г.Т. Ораз ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОВЯДИНЫ ПО НАЦИОНАЛЬНОМУ СТАНДАРТУ СТ РК 1759-2008 ГАРМОНИЗИРОВАННОГО С МЕЖДУНАРОДНОЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ.....	68
А.И. Такуадина ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ФАРМАКОКИНЕТИКИ: АНАЛИЗ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ.....	72
А.Ж. Хастаева, А.К. Смагулов, М.Т. Нургалиева, Б.У. Умирзаков ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МОЛОКА КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ.....	76
А.Т. Аманова, С.С. Толеубекова ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ (КЕФИРА), РЕАЛИЗУЕМЫХ В ТОРГОВЫХ СЕТЯХ Г. СЕМЕЙ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА.....	80
Б.С. Жапар, Р.С. Бекбаева, Қ.С. Бекбаев ТАРАТЫЛҒАН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ОҚЫТУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ БІЛІМДІ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ.....	85
А.Б. Сыдыкова, С.С. Толеубекова КЕДЕН ОДАҒЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ РЕГЛАМЕНТТЕРІНІҢ ТАЛАПТАРЫНА СӘЙКЕС СЕМЕЙ ҚАЛАСЫНЫҢ САУДА ЖЕЛІЛЕРІНДЕ САТЫЛАТЫН ІШІЛЕТІН СҮТТІҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	88
З.В. Капшақбаева, Ж.К. Молдабаева, А.А. Майоров, Б.Бакытжан СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНКА СЫРОДЕЛИЯ В КАЗАХСТАНЕ.....	91
A. Tulebekova, R. Bazilov, I. Zhumadilov FEATURES OF USING STEEL H-PILES IN PROBLEMATIC SOIL GROUND OF KAZAKHSTAN	96
Б.К. Рахадиллов, Л.Г. Журерова, Ж.Б. Сагдолдина, Д.Н. Нургалиев ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5 ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАЗМЕННЫМ ПУЧКОМ.....	101
А.К. Shokanov, M.K. Kulbek, Sh.I. Hamraev, Y.A. Smikhan MÖSSBAUER RESEARCH IN ASH-CERAMIC MATERIALS.....	108
А.А. Савостин, К.Т. Кошеков, Г.В. Савостина, А.В. Ларгин ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ.....	113
К.М. Сагиндыков, Ж.А. Мужтабина, А.Д. Ақанов ДЕРЕКТЕР ҚОРЫНДАҒЫ АҚПАРАТҚА ҚОЛЖЕТІМДІЛІКТІ ШЕКТЕУ ТӘСІЛДЕРДІН ТАЛДАУ.....	119
К. М. Сагиндыков, А. Б. Жамкеева, А.Д. Ақанов ДЕРЕКТЕР ҚОРЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ ТӘСІЛДЕРІ.....	124
М.М. Акимов, Е.А. Кадырбаев, Х.С. Советбеков, А.Б. Абдилова ӨЛШЕУ АСПАПТАРЫН АРАЛАС ПРОЦЕСТЕРДІ ЗЕРТТЕУДЕ ҚОЛДАНУ	129
Т.Е. Айткалиев, А.Д. Золотов, Р.С. Бекбаева КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	133
G. Berikkhanova, S. Talgatova BENEFITS OF MOBILE APPLICATIONS FOR UNIVERSITIES BASED ON STUDENTS' OPINION..	137
А.А. Дюсекеев, А.И. Демьяненко, А.К. Шайханова, Г.Е. Берикханова ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ.....	141

Басуға жіберілген күні 10.12.2018 ж. Пішімі 60x84 1/8
Шартты баспа табағы 25,6
Таралымы 100 дана. Бағасы келісімді.

Техникалық редакторы: Евлампиева Е.П.
Маман: Семейская З.Т.
Безендіруші: Мырзабеков С.Т.

Журнал 19.09.2013 жылдан Қазақстан Республикасының мәдениет және
ақпарат министрлігінде тіркелген.
Куәлік № 13882-Ж
Алғашқы есепке қою кезіндегі нөмері мен мерзімі № 1105-Ж, 10.03.2000 ж.
Жылына 4 рет шығады.

Құрылтайшысы: «Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті»
Шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны

Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университетінің
баспаханасында басылды.

Редакцияның мекен-жайы: 071412, Шығыс Қазақстан облысы,
Семей қаласы, пр. Шакарима, 42
Тел.: (8-7222) 56-70-83, эл.почта: rio@semgu.kz