

ПОСТРОЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ

Для своевременного обнаружения ненадежных изделий необходимо обладать диагностической моделью. Широко используемым инструментарием для решения подобных задач являются методы вычислительного интеллекта: нейронные [1] и нейро-нечеткие [2] сети, иммунные системы [3], деревья решений [4], общим достоинством которых является возможность извлечения знаний из данных.

Однако их эффективность применения существенно снижается, если данные являются многомерными, а признаки - индивидуально малоинформативными. В подобных ситуациях модели оказываются чрезвычайно избыточными, неинтерпретабельными и не обеспечивают обобщения данных.

Целью данной работы являлось создание метода построения диагностических моделей, свободного от перечисленных выше недостатков.

Для этого предлагается исходный набор N индивидуально малоинформативных признаков разбить на группы, объединив в каждой группе связанные между собой признаки (по заданному критерию), для каждой группы признаков определить интегральные характеристики как искусственные признаки, заменяющие первичные. При этом целесообразно использовать такие способы расчета искусственных признаков, которые будут сохранять физическую интерпретацию относительно первичных признаков.

Затем следует оценить индивидуальную информативность искусственных признаков и отобрать такое их подмножество, которое будет достаточно для построения диагностической модели. При этом рационально процесс отбора признаков сочетать с процессом построения модели, получив не только набор искусственных признаков, но и диагностическую модель, построенную на его основе.

Для определения критерия группирования исходных признаков следует учитывать природу задачи. Так, если исходные признаки представляют собой отсчеты сигнала (либо какого-нибудь его параметра), упорядоченные во времени, то следует группировать отсчеты по близости во времени.

Если же рассматривать более общий случай, когда признаки имеют

разную природу, то их целесообразно группировать по степени взаимосвязанности. Если несколько признаков являются взаимосвязанными, то можно предположить, что они, либо являются проявлениями какого-то скрытого фактора, либо дублируются между собой. В этом случае группирование таких признаков позволит выделить подобные признаки. Каждую группу взаимосвязанных признаков следует заменить на искусственные признаки, обобщающие исходные признаки и выделяющие ключевые характеристики признаков группы.

Метод, реализующий приведенные идеи, можно представить следующим образом.

Этап инициализации. Задать исходную выборку прецедентов. Занести в текущий набор признаков весь исходный набор признаков. Задать показатель качества модели Q и его приемлемое значение.

Этап анализа взаимосвязи признаков. Определить значения показателя взаимосвязи каждого i -го и j -го входных признаков $I_{i,j}$ одним из способов, описанным в [5–7]. Определить значения показателя взаимосвязи i -го входного и выходного признаков I_i , используя один из способов [5–7]. На основе характеристик признаков определить показатели их связности: $\tilde{I}_{i,j} = I_{i,j} e^{-\alpha(i-j)^2} e^{-\beta(I_i - I_j)^2}$, где α и β – параметры, регулирующие ширину окна для формирования группы признаков. После чего рассчитать значения показателя группирования: $\hat{I}_{i,j} = \{1 | \tilde{I}_{i,j} \geq \tilde{I}_{i,p}, p \neq i, p \neq j, p = 1, 2, \dots, N\}$.

Этап группирования признаков. Пока текущий набор признаков непустой, выполнять: сформировать новую группу признаков, определить входной признак индивидуально наиболее информативный по отношению к выходному признаку среди признаков в текущем наборе, занести его в новую группу признаков как центр группы и удалить из текущего набора; среди всех оставшихся признаков текущего набора выделить те, которые сильнее связаны с признаком-центром группы, чем с любым другим признаком в текущем наборе (т.е. те, для которых $\hat{I}_{i,j} = 1$, занести их в группу и удалить из исходного набора).

Этап конструирования искусственных признаков для групп. Для каждой группы исходных признаков определить значения интегральных характеристик на основе методов цифровой обработки сигналов [8–10].

Этап анализа искусственных признаков. Для набора искусственных признаков определить показатели, характеризующие их взаимосвязи с выходным признаком J_i . На основе текущего набора искусственных признаков построить модель и оценить ее показатель качества Q .

Этап построения модели и отбора признаков. Если значение Q оказалось неприемлемым, то добавлять в текущий набор признаков

поочередно признаки из исходного набора с наиболее высокой информативностью I_i до тех пор, пока остались недобавленные исходные признаки и не достигнуто приемлемое значение показателя качества модели. Как альтернативу или дополнение к добавлению к текущему набору искусственных признаков признаков исходного набора представляется также возможным определить искусственные признаки для всего исходного сигнала на основе методов ЦОС и добавить их к набору признаков.

Для ускорения процесса добавления признаков возможно добавлять признаки группами: вместо одного наиболее информативного исходного признака добавлять все исходные признаки, входящие в его группу.

Если значение Q для полученной модели оказалась приемлемым, то решить задачу отбора подмножества наиболее информативных признаков из входящих в текущем наборе признаков модели, посредством исключения индивидуально малоинформативных признаков до тех пор, пока значение Q для модели, синтезированной на основе набора признаков, будет приемлемым.

Для ускорения процесса отбора признаков возможно удалять исходные признаки группами: вместо одного наименее информативного исходного признака исключать все исходные признаки, входящие в его группу.

В конечном итоге мы получим модель, построенную на основе минимально достаточного числа первичных и искусственных признаков, которая будет обладать приемлемым из достигнутых значений показателя качества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – СПб: Вильямс, 2005. – 1104 с.
2. Computational intelligence in fault diagnosis / eds.: V. Palade, C. D. Bocaniala, L. Jain. – London: Springer, 2006. – 362 p.
3. Dasgupta, D. Immunological Computation: Theory and Applications / D. Dasgupta, F. Nino. – Boca Raton: CRC Press, 2008. – 296 p.
4. Utgoff, P. E. Incremental induction of decision trees / P. E. Utgoff. – Machine learning. – 1989. – Vol. 2, issue 4. – P. 161-186.
5. Олійник, А. О. Інтелектуальний аналіз даних : навчальний посібник / А. О. Олійник, С. О. Субботін, О. О. Олійник. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 271 с.
6. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
7. Guyon, I. An introduction to variable and feature selection / I. Guyon, A. Elisseeff // Journal of machine learning research. – 2003. – № 3. – P. 1157–1182.
8. Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников / С. Смит. – М.: Додэка XXI, 2008. –

720 с.

9. Van De Vegte, J. Fundamentals of Digital Signal Processing / J. Van De Vegte. – London: Prentice Hall, 2001. – 810 p.

10. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – М.: Бином-Пресс, 2006. – 656 с.