УДК 681.3

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В САПР

Кондратьев В. И.,
доц.
Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

Тема работы посвящена применению методов решения задач классификации для определения технологических параметров при разработке адаптивных и обучающихся программных модулей при создании САПР проектирования технологии различных процессов на примере разработки программных модулей автоматизированного конструирования поковок для производства зубчатых колес.

Ключевые слова: *штамповка, САПР, методика, программа, модуль, заготовка, технология, параметры, геометрия, деталь, выборка, размер, расчет, класс, обучение, весовые коэффициенты.*

APPLICATION OF METHODS OF THE DECISION OF PROBLEMS OF CLASSIFICATION FOR DEFINITION OF TECHNOLOGICAL PARAMETRES IN CAD SYSTEMS

The work theme is devoted application of methods of the decision of problems of classification for definition of technological parametres by working out of adaptive and trained program modules at creation SA of designing of technology of various processes on an example of working out of program modules of the automated designing stamped details for manufacture of cogwheels.

Keywords: *stamping, CAD, technique, program, module, blank, technology, parameters, geometry, detail, sample, size, calculation, class, training, weight coefficients.*

При разработке прикладных САПР для различных видов производства — свободной ковки на молотах и прессах, горячей штамповки, листовой штамповки и др. — необходимо решать задачи классификации, т. к. выбор технологии производства и конструкции заготовок во многих случаях зависят от того, к какому классу относится деталь. Кроме того, разработка прикладных САПР связана с настройкой алгоритмов решения технологических задач на конкретные условия производства и решения задачи переобучения систем в соответствии с изменениями производственных условий.

Для решения этих задач применяются методы классификации [1].

Так, при разработке программного модуля конструирования штампованных заготовок для производства зубчатых колес возникает задача назначения напуска на кольцевые углубления (рис. 1).

При различных конфигурациях углублений может быть один из трех случаев: назначение полного напуска, выполнение глухой наметки, отсутствие напуска.

В качестве параметров, влияющих на тип напуска, принимаем диаметр поковки (Dp), ширину углубления (b), глубину углубления (h) (рис. 1).

Применение метода эвклидова расстояния заключается в следующем [1]. Решается задача определения евклидовых расстояний до эталонов соответствующих выборок, которые рассчитываются по формуле:

$$\rho\left(\vec{x},\vec{a}\right)=\sqrt{\sum_{s=1}^{k}W_{is}^{2}\times\left(x_{s}-a_{is}\right)^{2}},$$

$\vec{x}=(x_1, x_2, \ldots, x_k)$ — признаки объекта; $\vec{a}=(\vec{a}_{i1}, \vec{a}_{i2}, \ldots, \vec{a}_{ik})$ — эталоны классов A_i; $\vec{a}_i=\frac{1}{N_i}\times\sum_{m=1}^{N_i}\vec{x}_{im}$; $W_{is}=\frac{1}{\left(\sigma_{is}^{2}\times\sum_{s=1}^{k}\frac{1}{\sigma_{is}^{2}}\right)}$ — весовые коэффициенты признаков, σ_{is} — дисперсия признаков.

Рассматриваемый объект относится к тому классу, для которого $\rho_{io}(\vec{x},\vec{a}_{io})=\min_{i}\rho_i(\vec{x},\vec{a}_i)$.

Рассмотрим применение метода потенциальных функций для классификации штампованных заготовок [1].

Принимается потенциальная функцию в виде $K\left(\vec{x},\vec{x}^{*}\right)=\frac{1}{1+\alpha\times\rho^{2}}$, α — масштабный множитель.

© Кондратьев В. И., 2022

Потенциалы для каждого класса обучающей выборки получаются сложением всех потенциальных функций для каждой точки обучающей выборки класса.

$$K_{A_1}(\vec{x}) = \frac{1}{N_1} \sum_{x_s \in A_1} K(\vec{x}, \vec{x}_s);$$

$$K_{A_2}(\vec{x}) = \frac{1}{N_2} \sum_{x_s \in A_2} K(\vec{x}, \vec{x}_s);$$

$$K_{A_3}(\vec{x}) = \frac{1}{N_3} \sum_{x_s \in A_3} K(\vec{x}, \vec{x}_s).$$

Распознаваемый объект относится к тому классу, для которого потенциал имеет максимальное значение: $K_{A_o}(\vec{x}) = \max_i K_{A_i}(\vec{x})$.

Реализация усовершенствованного метода потенциальных функций [1] осуществляется путем построения последовательности приближений некоторой функции $\psi(\vec{x})$, разделяющей два класса A_1 и A_2 таким образом, что $\psi(\vec{x}) > 0$, если $\vec{x} \in A_1$ и $\psi(\vec{x}) < 0$, если $\vec{x} \in A_2$.

При решении задачи классификации в случае трех и более классов применяется способ последовательной попарной классификации с исключением, т. е. последовательно решается задача между двумя классами, исключая из дальнейшего рассмотрения тот класс, к которому текущая поковка не будет отнесена.

Рассмотрим применение нейронных сетей для классификации заготовок в САПР. Одной из первых нейронных сетей способных к обучению на некоторые действия явился персептрон Розенблатта [2]. Персептрон — однослойная нейронная сеть, у которого все нейроны используют пороговую функцию активации (рис. 2).

Алгоритм обучения персептрона представляет итерационный процесс обучения с учителем, состоящий в последовательном предъявлении очередного входного вектора и последующей коррекции весов по результатам классификации. Входные данные предъявляются циклически. Процесс останавливается, когда персептрон перестает ошибаться.

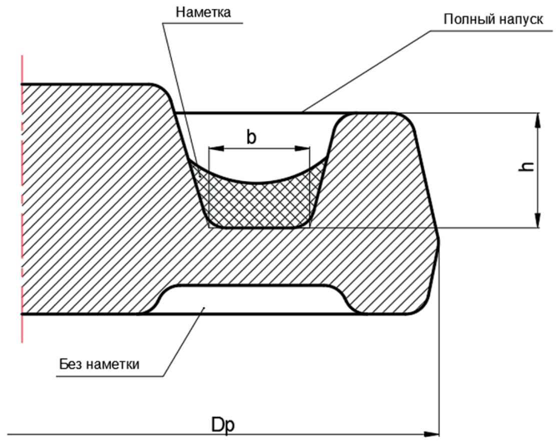

Рис. 1. Параметры заготовки

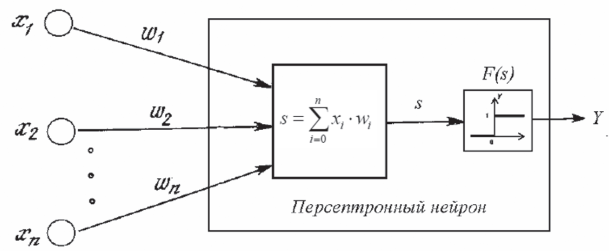

Рис. 2. Персептронный нейрон

Пусть W_i — вектор весовых коэффициентов после *i*-й итерации, Ω_1 — первое множество выходных векторов, Ω_2 — второе множество выходных векторов. Тогда процедура обучения выглядит следующим образом.

Пусть $x_{i+1} \in \Omega_1$ и $W_i \cdot x_{i+1} > 0$, тогда $W_{i+1} = W_i$.

Пусть $x_{i+1} \in \Omega_1$ и $W_i \cdot x_{i+1} \leq 0$, тогда $W_{i+1} = W_i + x_{i+1}$.

Пусть $x_{i+1} \in \Omega_2$ и $W_i \cdot x_{i+1} \leq 0$, тогда $W_{i+1} = W_i$.

Пусть $x_{i+1} \in \Omega_2$ и $W_i \cdot x_{i+1} > 0$, тогда $W_{i+1} = W_i - x_{i+1}$.

Приведенные алгоритмы использованы для разработки универсального программного модуля, обучаемого по заданным обучающим выборкам с сохранением результатов во фреймовой базе знаний, который можно дообучать, переобучать и т. п.

Список литературы

1. *Вайсбурд Р. А., Абрамова А. Б.* Методы классификации в технологических задачах машиностроения. Свердловск, 1989. 103 с.

2. *Каширина И. Л.* Нейросетевые технологии : учеб.-метод. пособие для вузов. Воронеж : Воронежский государственный университет, 2008. 71 с.