

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Шифрин Б.М.

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург*

Ключевые слова: резание металла, Matlab, Fuzzy Logic Designer, нечеткая логика, лингвистическая переменная.

Аннотация. Предложен подход к разработке модели процесса резания металла на основе нечеткой логики с использованием системы Matlab. Целесообразность применения методов нечеткой логики при моделировании данного процесса обусловлена большим количеством влияющих разнородных факторов, а также богатым опытом экспертов – технологов в данной отрасли.

METAL CUTTING OPTIMIZATION USING FUZZY LOGIC

Shifrin B.M.

*Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,
Saint-Petersburg*

Keywords: metal cutting, Matlab, Fuzzy Logic Designer, fuzzy logic, linguistic variable.

Abstract. Metal cutting model based on fuzzy logic using Matlab is proposed. The feasibility of using fuzzy logic is due to the large number of heterogeneous factors and rich experience of expert technologists in this industry.

Обработка металлов резанием – это процесс снятия слоев металла с поверхности заготовки с помощью режущего инструмента в виде стружки для получения требуемой геометрии, точности размеров, расстояний и шероховатости поверхности детали. Формирование сложных поверхностей резанием является актуальной проблемой машиностроения. Разработки в этой области направлены на адаптивное управление процессом резания с целью повышения точности обработки.

В данной статье предлагается применить алгоритм нечеткого вывода, целесообразность применения которого при управлении сложными системами обоснована, в частности, в [1-3], для построения модели управления процессом резания металла.

В качестве входной управляемой переменной используем скорость обработки V , а в качестве выходной переменной – процент качественной продукции p , соответствующей ГОСТ. Принцип управления скоростью обработки в зависимости от качества продукции следующий: увеличение скорости ($V' = V + \Delta V$) для увеличения производительности процесса до тех пор, пока это не начинает приводить к ухудшению качества обработки, иначе скорость приходится снижать ($V' = V - \Delta V$).

Таким образом, общая цель управления процессом резания в предложенной формулировке заключается в поддержании качества продукции на определенном

приемлемом уровне путем регулирования скорости обработки во времени. Очевидно, что если процент брака превышает допустимый уровень даже при минимальных значениях скорости, то процесс необходимо остановить и пересмотреть другие влияющие факторы. Структурная схема системы управления представлена на рисунке 1. Объектом управления здесь является токарный станок.

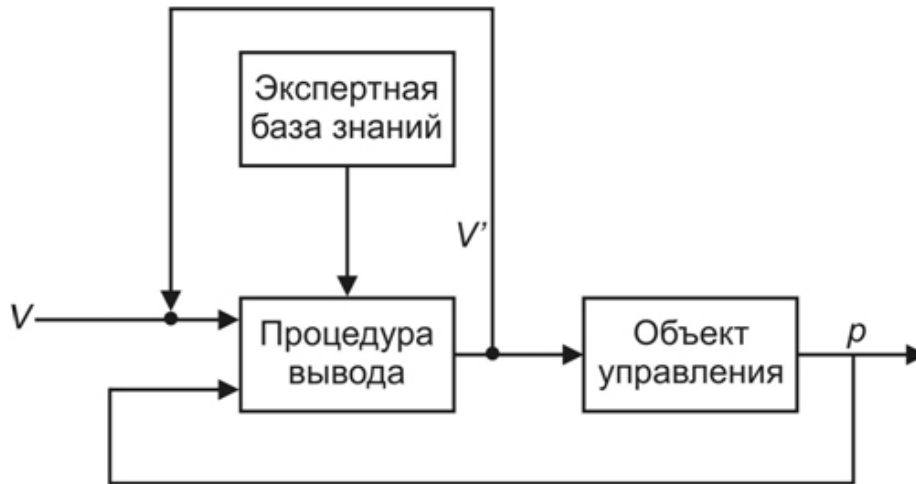


Рис. 1. Структурная схема системы управления резанием

Для реализации модели будем использовать Matlab со встроенным пакетом Fuzzy Logic Designer, позволяющим конструировать нечеткие системы.

В соответствии с приведенным выше описанием модели имеем две входные лингвистические переменные: «Скорость обработки» (Speed, м/с) = {низкая (low), средняя (middle), высокая (high)}, «Процент брака» (Defects, %) = {допустимый (Accept), недопустимый (NoAccept)} и две выходные лингвистические переменные: «Изменение скорости обработки» (SpeedChange, м/с) = {уменьшить (decSpeed), не менять (constSpeed), увеличить (incSpeed)}, «Останов» (Stop) = {нет (No), да (Yes)}. Созданная модель представлена на рисунке 2.

База правил, являющаяся основой для проведения операций нечеткого логического вывода в соответствии с алгоритмом Мамдани и содержащая нечеткие высказывания в виде «Если – То», представлена на рисунке 3.

Одна из поверхностей «вход-выход», соответствующая синтезируемой нечеткой системе, приведена на рисунке 4. Видно, что при низкой скорости обработки и отсутствии брака скорость обработки можно увеличивать.

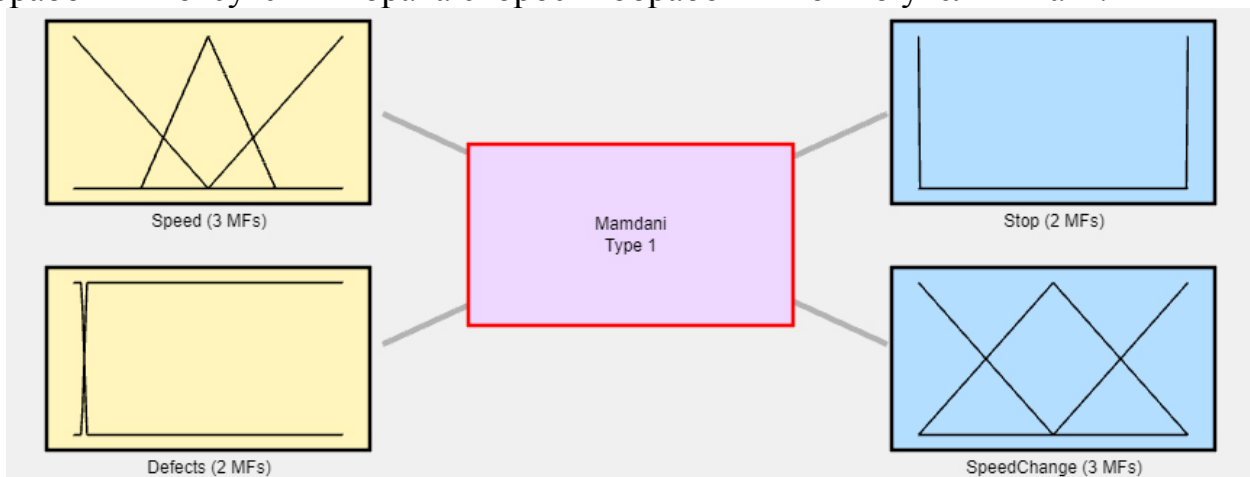


Рис. 2. Упрощенная модель резания металла на основе нечеткой логики

	Rule
1	If Speed is low and Defects is Accept then Stop is No, SpeedChange is incSpeed
2	If Speed is low and Defects is NoAccept then Stop is Yes, SpeedChange is constSpeed
3	If Speed is middle and Defects is NoAccept then Stop is No, SpeedChange is decSpeed
4	If Speed is middle and Defects is Accept then Stop is No, SpeedChange is incSpeed
5	If Speed is high and Defects is Accept then Stop is No, SpeedChange is constSpeed
6	If Speed is high and Defects is NoAccept then Stop is No, SpeedChange is decSpeed

Рис. 3. База правил

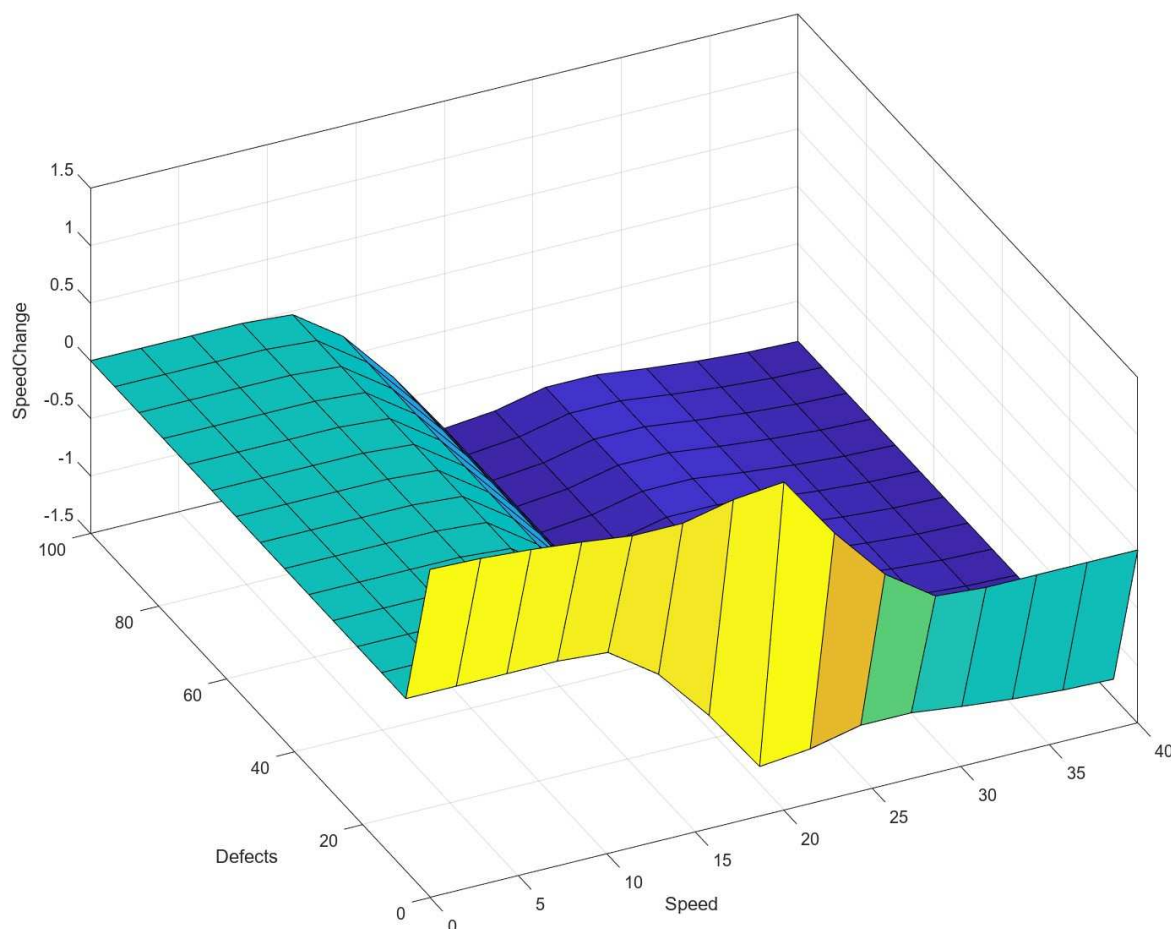


Рис. 4. Зависимость выходной переменной «Изменение скорости обработки» от входных переменных «Скорость обработки» и «Процент брака»

В качестве вывода можно отметить, что дальнейшие исследования должны быть направлены на увеличение количества учитываемых факторов, сбор статистической и экспертной информации для построения функций принадлежности лингвистических переменных и формирования базы правил, связывающих входные и выходные переменные.

Список литературы

1. Шифрин Б.М., Елисеев И.В. Использование нечетких регуляторов в мехатронике // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2021. – № 11. – С. 22-25.
2. Шифрин Б.М., Елисеев И.В., Шалабот А.И., Пендриков Е.С. Разработка модели управления кондиционером на основе нечеткой логики // Материалы докладов научно-технической

конференции. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. – С. 583-587.

3. Шифрин Б.М. Оптимизация процесса шлифования на базе нечеткой логики // Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2018. – №1. – С. 8-15.

Сведения об авторе:

Шифрин Борис Маркович – к.т.н., доцент, доцент кафедры автоматизации, метрологии и управления в технических системах.