

ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ

Гузенко Денис Евгеньевич

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ, МОДЕЛЕЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ИЗ ДАННЫХ И
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Специальность 8.05010102 – Информационные технологии проектирования

АВТОРЕФЕРАТ

На получение образовательно-квалификационного уровня «магистр»

Краматорск – 2014

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Получение информационных моделей из эмпирических данных – мощный механизм, позволяющий систематизировать полученные знания, выполнять прогнозирование и сложные автоматизированные расчеты на современных вычислительных устройствах. Выявление закономерностей и зависимостей – сложный процесс, требующий использования особых техник и информационных систем представления данных.

Одним из перспективных и активно развивающихся направлений хранения и анализа данных являются нейронные сети. Правильный выбор топологии, ограничений и взаимосвязи внутренней структуры нейронной сети позволяет применять данную технологию в любых задачах выявления зависимостей между данными.

Для оптимизации параметров технологического процесса необходимо решать задачи многокритериальной оптимизации, которые характеризуются такими особенностями: высокая размерность и сложная структура множества альтернатив, большое количество и нелинейность функций-ограничений, большая размерность целевой функции и взаимозависимость ее составляющих, большой объем вычислений.

В данной работе при решении задачи многокритериальной оптимизации параметров технологического процесса механической обработки нейронные сети играют важную роль, как составляющая часть гибридного алгоритма оптимизации. Гибридный алгоритм включает в себя генетический алгоритм, который выполняет генерацию возможных оптимальных значений, и нейронную сеть, которая отражает набор эмпирических нормативов, характеризующих данную операцию механической обработки.

Использование гибридного алгоритма оптимизации обусловлено его сильными сторонами в рамках задачи многокритериальной оптимизации параметров технологического процесса механической обработки: поиск решения из некоторого набора значений, использование целевых функций без производных, применение вероятностных, а не детерминированных, правил выбора значений.

Цель и задачи исследования. Многокритериальная оптимизация параметров технологического процесса механической обработки на основе использования гибридного алгоритма стохастической оптимизации включающего генетический алгоритм и нейронную сеть.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ исходных данных и этапов разработки технологического процесса механической обработки, выделить факторы, влияющие на производительность работы инструмента. Получить набор регулируемых параметров, оказывающих значительное влияние на целевую функцию оптимизации;

- выполнить анализ критериев эффективности технологического процесса механической обработки, разработать модель расчета оптимальных режимов резания для выбранной конструкции инструмента;

- выполнить анализ объединения нейронных сетей и генетического алгоритма, обосновать выбор топологии и методов обучения нейронной сети, методов генетического алгоритма;

- на основе проведенных анализов разработать структурно-функциональную модели системы определения оптимальных режимов резания;

- выполнить анализ систем многокритериальной оптимизации, разработать математическую модель стохастической многокритериальной оптимизации параметров технологического процесса механической обработки;

- разработать проект программно-методического комплекса для автоматизации процесса получения моделей и многокритериальной оптимизации, реализовать программный комплекс для проведения исследований;

- определить направление дальнейших исследований.

Объект исследования: процесс многокритериальной оптимизации с использованием гибридного алгоритма взаимодействия генетического алгоритма и нейронной сети.

Предмет исследования: совместное использование генетического алгоритма и нейронной сети для задач оптимизации.

Методы исследования: для достижения поставленных задач были использованы определенные методики: разработка целевой функции оптимизации на основе аддитивной свертки составляющих; представление составляющих элементов целевой функции в виде ориентированного графа; выбор топологии нейронной сети на основе процента правильно решенных примеров, средней и максимальной ошибки сети, обучающие выборки формировались на базе общемашиностроительных нормативов и предложенных рекомендаций SANDVIK Coromant; использование в рамках генетического алгоритма метода «элиты» для формирования популяции, в качестве генетических операторов использовались мутация и скрещивание.

Научная новизна работы. В ходе выполнения магистерской работы были получены следующие результаты:

- выявлены факторы, влияющие на эффективность технологического процесса механической обработки. Весомыми и управляемыми факторами являются режимы резания, которые оказывают существенное влияние на производительность технологического процесса;

- выделены и охарактеризованы этапы выполнения многокритериальной оптимизации параметров технологического процесса механической обработки на базе гибридного алгоритма оптимизации

- на основании результатов работы ПМК для автоматизации процесса получения моделей и многокритериальной оптимизации выявлены технологические ниши использования инструмента для выполнения конкретного технологического перехода, что обеспечивает требуемое качество и точность.

Практическое значение полученных результатов. Подходы и методы многокритериальной оптимизации разработанные и изученные в ходе выполнения магистерской работы рекомендуется использовать при выполнении многокритериальной оптимизации параметров технологического процесса механической обработки. Разработанный ПМК для автоматизации получения моделей и многокритериальной оптимизации прошел тестирование и предлагается к внедрению в ООО "Элексир" и НТЦ "Техноцентр" ЮФУ.

Публикации:

1. Богданова Л. М. Использование гибридных алгоритмов для оптимизации параметров механической обработки / Л. М. Богданова, Л. В.

Васильева, И. И. Балычев, Д. Е. Гузенко Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем: тези доп. (Краматорськ, 2–5 июня 2013 р.). – Краматорськ : ДДМА, 2013.

2. Богданова Л. М. Разработка программно-методического комплекса для определения оптимальных режимов резания / Л. М. Богданова, Д. Е. Гузенко Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : сб. статей. (Краматорськ, 2–5 июня 2014 р.). – Краматорськ : ДДМА, 2014.

3. Богданова Л.М. Гузенко Д.Е. Применение «мягких вычислений» для определения оптимальных режимов резания / тезисы международной научно-практической конференции «Технологическо-конструкторское обеспечение машиностроительных производств» (Москва, 28-29 октября 2014г)

Структура и объем работы. Дипломная работа состоит из введения, пяти разделов, выводов, перечня использованных источников из 40 наименований, 40 рисунков, 54 таблиц и 5 приложений. Общий объем дипломной работы составляет 159 страниц, включая 140 страниц основной части и 19 страниц приложений.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ исходных данных и этапов разработки технологического процесса механической обработки, критериев эффективности технологического процесса механической обработки позволил выделить режимы резания как факторы, влияющие на производительность инструмента. Режимы резания (глубина, подача и скорость резания) оказывают существенное влияние на целевые функции оптимизации и являются основополагающими при определении производительности и себестоимости обработки детали.

2. Изучение критериев эффективности технологического процесса механической обработки и анализ параметров оптимизации выявили взаимосвязь входных и выходных параметров при повышении эффективности, определили схему использования и применения нормативных документов, что позволило создать модель для расчета эффективности технологического процесса механической обработки.

3. Анализ методов, методик и информационных технологий для получения моделей из данных на базе нейронных сетей и генетического

алгоритма выявил целесообразность использования таких генетических операторов, как мутации, скрещивания. Для нейронной сети, выполняющей роль фильтра, успешно применен метод обратного распространения ошибки для обучения сети. Учителем в этом случае выступает таблица нормативов режимов резания. На основе анализа нескольких видов взаимодействия нейронных сетей и генетического алгоритма в качестве рабочего варианта выбран гибридный алгоритм вспомогательного взаимодействия, где нейронная сеть осуществляет фильтрацию популяции для генетического алгоритма.

4. Подробно рассмотрены и проанализированы топологии нейронных сетей. Были созданы и обучены нейронные сети, включающие от одно до десяти скрытых слоев с количеством нейронов от одного до десяти. Оценка выходных результатов каждой топологии выявила целесообразность использования топологий, содержащих один скрытый слой нейронов с количеством нейронов в слое не менее десяти и не более двадцати пяти.

5. Исследование параметров генетического алгоритма, а именно: размера популяции, шага изменения генов хромосом, - выявило, что для более успешного функционирования гибридного алгоритма необходимо выбирать популяции размером не менее ста особей и не более пятисот. Также рекомендуется устанавливать минимально возможные значения шага изменения генов хромосом для повышения вариативности выборки.

6. Составлена структурно-функциональная диаграмма бизнес-процесса «Определение оптимальных режимов резания». Составными этапами данного бизнес-процесса являются: формирование карты переходов, выбор пластин, формирование целевой функции оптимизации, задание ограничений, задание исходных данных, оптимизация, коррекция режимов и выбор необходимых значений.

7. Сформулирована и разработана математическая модель задачи стохастической многокритериальной оптимизации параметров технологического процесса механической обработки. Определены целевые функции оптимизации: мощность, себестоимость и производительность.

8. С использованием диаграммы классов разработана модель предметной области технологического процесса механической обработки. Разработана диаграмма прецедентов и подробно разобран основной прецедент использования ПМК для автоматизации процесса получения

моделей и многокритериальной оптимизации – «Выполнить расчет режимов резания».

9. На основе исследований, проведенных в настоящей работе, и разработанной математической модели стохастической многокритериальной оптимизации на базе гибридного алгоритма взаимодействия нейронных сетей и генетического алгоритма, спроектировано и реализовано программное обеспечение, позволяющее автоматизировать процесс получения моделей в виде обученных нейронных сетей и выполнение стохастической многокритериальной оптимизации параметров технологического процесса механической обработки.