

Оглавление

Введение	5
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	11
1.1. Концепции субъектов технологий мягких вычислений.....	11
1.2. Организация и структура технологий мягких вычислений.....	14
1.3. Нейронные сети (NN)	18
1.4. Консорциум компонентов технологий Soft Computing.....	20
Глава 2. ИЕРАРХИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ МЕТОДОЛОГИИ МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	26
2.1. Логика нечетких наборов и операций с нечетким набором	26
2.2. Выпуклость нечетких наборов	30
2.3. Нечеткая концепция и функциональные графики для моделирования нечетких характерных функций.....	34
2.4. Логические комбинации нечеткого набора и операций с функциями принадлежности	46
Глава 3. ОПЕРАЦИИ АГРЕГИРОВАНИЯ С НЕЧЕТКИМИ МНОЖЕСТВАМИ.....	53
3.1. Треугольная t -норма и треугольная s -конорма как операторы агрегирования для пересечения и объединения нечетких множеств	53
3.2. Непараметрические и параметрические t -нормы и s -конормы.....	57
Компенсационные операторы связи AND и OR для подключения к агрегации нечетких множеств	60
3.3. Функция агрегации нечетких множеств	62
Глава 4. НЕЧЕТКАЯ ТОПОЛОГИЯ И НЕЧЕТКАЯ ГЕОМЕТРИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ.....	64
4.1. Нечеткое топологическое образование нечетких множеств	64
4.2. Нечеткие отношения и нечеткий вывод.....	67
4.3. Методы дефаззификации.....	73
4.3.1. Нечеткое управление возведенным маятником	75
4.3.2. Режим работы раскачивания перевернутого маятника с заданным ускорением.....	78
Глава 5. КАТЕГОРИИ НЕЧЕТКОЙ ГЕОМЕТРИИ.....	89
5.1. Нечеткий случай для теории обычной геометрии	89
5.2. Нечеткое расстояние и нечеткое метрическое пространство.....	93
5.3. Метрика Хаусдорфа в нечетком расстоянии между нечеткими множествами.....	101

Глава 6. АРХИТЕКТУРА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	104
6.1. Нейронные сети и их структура.....	104
6.2. Принцип контролируемого изучения нейронных сетей.....	108
6.3. Методы обратного распространения ошибки для вычисления градиента целевых функций	111
6.3.1. Стандартные методы обратного распространения ошибки для вычисления градиента целевой функции	111
6.3.2. Метод обратного распространения ошибки по системам, зависящим от времени	113
6.4. Момент как фактор улучшения сходимости процесса обучения обратного распространения ошибки	115
6.5. Нейронные сети Хопфилда.....	116
6.6. Неконтролируемое обучение и принципы алгоритма неконтролируемого обучения.....	118
Глава 7. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, БАЙЕСОВСКАЯ ТЕОРИЯ И ТЕОРИЯ ВЕРЫ	121
7.1. Принятие решений в неопределенной среде	121
7.2. Элементы байесовской теории.....	122
7.2.1. Вычисления с вероятностями.....	123
7.3. Уровень неопределенности неопределенного события	125
7.3.1. Индивидуальные вероятности и их функции плотности и распределения.....	126
7.3.2. Параметры распределения вероятностей.....	127
7.3.3. Специальные типы распределений, возникающие на практике.....	129
7.4. Теория веры Демпстера — Шафера	130
Библиографический список	135

Введение

В настоящее время компоненты нечеткой логики являются незаменимыми строительными блоками, используемыми исследователями современных технологий, чтобы сосредоточиться на дальнейшем развитии компьютерных интеллектуальных систем с высоким коэффициентом машинного интеллекта (MIR) в постмодернистскую эпоху развития науки. Принцип реализации систематического подхода к обобщению основных компонентов мягких вычислительных методологий стал поводом к написанию данной книги для аспирантов и студентов старших курсов в университетах с инженерно-технической специализацией. Кроме того, эта книга может представлять интерес для исследователей в области мягких вычислительных технологий, так как ее содержание устанавливает связи общей теории и основ мягких вычислительных технологий с их иерархически структурированными, такими как нечеткая логика и операции с нечеткими параметрами в компактном формате.

Искусственный интеллект сосредоточен на репликации логических рассуждений человека с помощью компьютерных программ для имитации моделей человеческих решений. Однако методы искусственного интеллекта не были успешны в большинстве случаев, когда деятельность человека происходила в среде, характеризующейся неточными и неопределенными параметрами, такими как проблемы компьютерного зрения и распознавания речи, перевода, робототехника и другие проблемы реальных явлений. Технологии искусственного интеллекта не применяются в полной мере из-за ограниченных способностей жестких вычислительных процессов. Кроме того, искусственный интеллект как ядро технологии жестких вычислений не в полной мере кооперируется, чтобы соответствовать численным методам, используемым для решения многочисленных проблем, связанных с неопределенностью неточной среды. Очевидные ограничения жестких вычислительных технологий повлияли на MIR, что привело к его низкому значению при использовании жестких вычислительных технологий.

Поскольку современные вычислительные технологии включают в себя системы жестких вычислений (HC) и мягких вычислений (SC), вопрос о сравнении MIR этих двух систем всегда актуален. Сравнения MIR для интеллектуальных систем, таких как HC (жесткие вычислительные процессы) и SC (мягкие вычисления), показали, что

MIR мягких вычислительных технологий (SC) более высок. Столь ожидаемое изменение в увеличении MIR мягких вычислений широко связано с частым использованием гибридных систем, классифицируемых как наиболее часто используемые системы MIR. Достижение высокого MIR в мягких вычислениях — результат используемых одновременно различных составных методологий в комбинации, а не индивидуально.

Мягкие вычислительные процессы предлагают огромные возможности для моделирования с доступом к альтернативным методам моделирования систем, описанным в неоднозначных формах. Технология мягких вычислений предлагает различные маршруты, чтобы представить неоднозначно описанные параметры, обработав их с сочетанием агрегированных компьютерных парадигм, таких как нечеткая логика, нейронные сети, эволюционные и вероятностные вычисления и др. Такое комбинированное использование различных парадигм в исключительно уникальном сотрудничестве признается в качестве эффективного подхода к решению многочисленных реальных проблем в интеллектуальной робототехнике, распознавании речи, рукописной графике, компьютерном зрении, машинном переводе и др., которые имеют атрибуты существенной неточности и расплывчатости по своему характеру. Этот подход позволяет достичь высокого MIR путем решения многочисленных проблем реальных явлений в инженерных науках, интеллектуальной робототехнике, торговых, мультимедийных сетях и т.д. В последнее время имеются многочисленные публикации, статьи, в которых использование нечеткой логики в технологиях мягких вычислений выделено главным образом для разработки интеллектуальных систем в различных областях человеческой деятельности.

Одной из причин написания этой книги были следующие соображения: объединение основных понятий мягких вычислений с нечеткой логикой и составляющими концепциями методологии нечеткой логики (теория нечеткой логики, математика нечетких множеств, геометрия нечетких изображений, топология, нечеткая арифметика, нечеткий анализ, нечеткая логика и приближенные рассуждения, вероятность и нечеткость).

Концепция выпуклого нечеткого множества и четко определенные функции принадлежности в теории нечетких множеств важна для проведения тщательного анализа решений нечетких математических задач. Принцип расширения, введенный пионером нечеткой логики

ученым Л.А. Заде, — отличный актив для дальнейшего определения нечеткости параметров нечеткой модели в их многочисленных применениях. Принцип расширения был определен с точки зрения уровней разрезов функций членства, что и было изложено в данной книге, где были предложены и доказаны теоремы, в том числе теорема декомпозиции. Эти теоремы доказали существование нечетких степенных множеств в форме объединения всех уровней сечения функции членства. Выпуклое свойство сечений функции членства было применено в определенной точке пространства, где функция членства была определена приблизительно. Важные дополнения к принципу расширения были предоставлены сформулированными и доказанными теоремами выпуклых и квазивыпуклых нечетких множеств. Данные теоремы позволили найти более точное решение проблемы нечетких множеств и их приложения в плоскостях поддержки функции членства и даже за ее пределами. Нечеткие геометрические и топологические категории были введены для дальнейшего анализа геометрических понятий, таких как точка, интервал, периметр, область, круг, радиус, диаметр, объем и др., с точки зрения нечеткости и распознавания изображений в мягких вычислительных технологиях.

Аналитическое и графическое представления моделирования с функциями членства были тщательно изучены и представлены далее в монографии. Моделирование с рекомендуемой функцией членства требует приближения параметров моделируемой задачи к нечетким параметрам выбранной нечеткой функции членства. Такое моделирование весьма эффективно, особенно в инженерных проблемах с использованием эвристических методов и моделей.

Книга состоит из 7 глав. В первой главе вводятся основные понятия мягких вычислений. Различные сочетания основных компонентов мягких вычислений были описаны в рамках интеграции основных групп технологий мягких вычислений.

Вторая глава построена так, чтобы показать структуру основных групп мягких вычислений элементов нечеткой логики, математики и теории нечетких множеств. Операции с нечеткими множествами и математический анализ нечетких вычислений были раскрыты в рамках логических выводов, основанных на определенных математических правилах. Правила нечеткой логики важны в лингвистическом (разговорном) содержании нечетких логических предложений. Развитие математических нечетких предложений как нечеткой теории набора и компьютерного моделирования основано на том, что нечет-

кие логические выводы могут быть сделаны для электронных компонентов функций членства, которые определены и обработаны значениями истины между 0 и 1. Было показано, что выпуклое поведение нечетких наборов и их соответствующие функции членства представляют собой важные функции, позволяющие использовать выпуклую форму функции членства для нахождения ее оптимальных значений. Нечеткая концепция и функциональные графики для моделирования с помощью характеристических функций были предложены как наиболее часто используемые функции членства и моделирования с их последующим аналитическим и графическим представлением. Рассмотренные функции членства и их графические формы имеют высокую степень использования в различных областях, например теории системного контроля. Использование предлагаемых функций членства в классических формах было показано на примере одного из успешных применений построенных функций членства в нейронных сетях. Кроме того, логические комбинации нечетких множеств и операций с функциями членства были проведены с помощью MAX- и OR-операторов.

Третья глава посвящена представлению концепций и агрегации операций нечетких множеств, поскольку к проблемам, представленным в лингвистических формах, может применяться часто используемая нечеткая логика. После этого лингвистические элементы преобразовываются с помощью нечетких наборов в формы характеристических функций, которые затем используются в алгоритмических методах расчета. Таким образом, лингвистические предложения, такие как правила IF-THEN алгоритмов, становятся компьютерными алгоритмическими методами расчета. Далее описываются непараметрические и параметрические нормы и конормы, использовавшиеся в контексте проблем и задач, описываемых с помощью норм. Кроме того, были введены компенсационные операторы между AND- и OR-операторами для их использования в задачах, где связь между ними может осуществляться путем введения компенсационных топологических соединений.

В четвертой главе рассматривается нечеткое топологическое образование нечетких множеств. На основе топологии нечеткого пространства были введены нечеткие непрерывные функции. Разработка нечетких функциональных отношений привела к нечетким заключениям и выводам, основанным на правилах вычисления нечетких функций, что сделало возможным моделирование с нечеткими мно-

жествами. Кроме того, методы дефаззификации были описаны в виде процессов преобразования четко определенных множеств в нечеткие наборы путем применения критериев нечеткости. Методы дефаззификации сопряжены с соответствующей агрегированной нечеткой функцией членства и дальнейшим применением принципа максимального критерия дефаззификации. Практическое применение управления с нечеткими множествами описано на примере раскачивания перевернутого маятника, где была разработана нечеткая логика управления движения маятника, или нечеткая логика контроллера.

Топологические и геометрические компоненты нечетких множеств описаны с помощью использования концепции нечеткой геометрии, что представлено в пятой главе. Геометрическая пространственная неопределенность, отраженная в двусмысленности разделения изображения, и дальнейшее исследование геометрических образов нечетких множеств показаны на типичных подходах анализа изображений с точки зрения их распознавания и их дальнейшей интерпретации. Далее были проанализированы различные методы применения концепций обычной идеальной геометрии на нечетких множествах. Различные области, такие как дистанционное зондирование, анализ данных, распознавание образов и многовариантный анализ данных и др., требуют создания методов достаточно точного приближения для измерения расстояния между нечеткими множествами и их соответствующими функциями членства. Обычное метрическое пространство было экстраполировано на нечеткое метрическое пространство с целью создания концепции определения расстояния между нечеткими множествами, а также расстояния между их нечеткими характеристическими функциями, включая расстояния между сечениями уровней соответствующей функции членства. Кроме того, сечение нечетких множеств определено с точки зрения расстояния между сечениями нечетких множеств в метрическом пространстве.

В шестой главе проиллюстрированы основные понятия построения электронных нейронных сетей, которые берут свое начало в нейрофизиологии. Нейронные сети широко используются на практике и при решении практических проблем с использованием нейротехнологии. Отличительные особенности нейронных сетей — их эффективная вычислительная способность и компьютерная адаптация, что способствует классификации новых закономерностей на основе существующего потенциала генерировать обобщения. Были представлены критерии параметров веса нейронных сетей, а также крите-

рий отклонения в качестве функции, который обеспечил связь между входными и выходными данными на основе минимального значения функции отклонения. В конечном итоге это способствовало повышению качества нейронных систем. Далее были приведены методы обратного распространения для расчета градиента характеристической функции при вычислениях градиента времени и независимых от времени нейронных сетей.

В седьмой главе описываются различные технологии, используемые для принятия выводов и решений в окружающей среде, характеризующиеся неопределенностью и неоднозначным характером параметров. Технология вероятностных вычислений представлена с учетом рассмотрения характера двусмысленности и неопределенности поведения среды и возможностей логических рассуждений при принятии решений и вывода. В этой главе представлены три формы неопределенности: вероятностные добавления, согласованные нижние и верхние предположения и функции веры. Кроме того, введены критерии оценки меры неопределенности: область определения неопределенности, экспертное знание инженера и пользователя данной технологии при определенных начальных условиях.

В данной монографии последовательно развиваются мягкие вычислительные технологии, поэтому представленный материал будет полезен любому пользователю, начиная, прежде всего, с тех, кто рассматривает основы мягких вычислительных технологий с целью их применения для решения реальных задач человеческой деятельности. Систематический подход к представлению технологий мягких вычислений и их методологий — важная стратегия, которая может быть использована в системе высшего образования в качестве курса для детального изучения теории мягких вычислений в университетах или колледжах. Систематическая особенность рассмотрения материала позволяет детально изложить теоретическую основу мягких вычислительных процессов. Рассматриваемый материал может быть применен при внедрении технологии мягких вычислений для предпринимателей, ученых, исследователей и преподавателей в различных областях бизнеса и промышленности, связанных с проектами, использующими методологии мягких вычислений.

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1.1. Концепции субъектов технологий мягких вычислений

Искусственный интеллект и методология искусственного интеллекта были разработаны в середине XX в. Развитие искусственного интеллекта было сосредоточено главным образом на разработке вычислительных моделей, воспроизводящих процессы человеческого мышления с помощью компьютеров.

Систематические методы, используемые искусственным интеллектом, в основном характеризуются следующими типичными качествами: 1) символическим представлением информации или данных; 2) процессом перевода символов в ряды компьютерно-читаемых двоичных цифр. В методы с использованием искусственного интеллекта были привнесены формы дедуктивного рассуждения вычислительных устройств на основе первоначальных принципов искусственного интеллекта компьютеров с целью манипулирования символической обработкой данных, их сравнения и дальнейшей обработки разнообразия символьных данных в последовательные шаги, напоминающие процесс человеческого мышления.

Значительный прогресс искусственного интеллекта привел к разработке широкого спектра вычислительных систем, например мягких вычислений для быстрого и эффективного решения проблем, связанных с экспертными и речевыми системами распознавания.

Однако желаемые результаты не были достигнуты, потому что выяснилось, что искусственный интеллект в своей возникшей форме не способен решать проблемы, которые люди эффективно решают с помощью логики и рассуждений. В результате стало очевидным, что появились многочисленные нерешенные прикладные задачи с неточно определенными параметрами в таких областях, как интеллектуальная робототехника, распознавание речи, визуальная графика, программы на основе опыта обучения и др. Проблемы с унаследованными формами неточности и неопределенности представляют собой огромный слой реальных задач, решения которых актуальны и которыми больше нельзя игнорировать.

Искусственный интеллект, основанный на жестких вычислительных методах, был полностью истощен из-за описанных выше факторов ввиду ограниченной способности методов жестких вычислительных процессов (НС) решать проблемы с неточно определенными параметрами.

Более того, искусственный интеллект НС не позволяет эффективно применять численные методы, которые являются действенной методологией для решения задач с неточно определенными параметрами. Эти ограничения при использовании НС в конечном итоге снизили их MIR при решениях задач с неопределенными входными данными.

Необходимость повышения значения MIR способствовала появлению новых методологий мягких вычислений, в которых использовалась комбинация различных вычислительных парадигм: нечеткой логики (FL), нейронных сетей (NN), вероятностных рассуждений (PR), генетических алгоритмов (GA) и теории хаоса (CT).

Объединение интеллектуальных парадигм для решения проблем реальных явлений с унаследованной природой неточности и неопределенности параметров называется технологией мягких вычислений (SC).

НС значительно отличается от парадигмы SC. Технология SC основана на комбинированном использовании вычислительных методов для решения проблем реальных явлений, особенно проблем, для которых характерны заметная неточность и расплывчатость природы входных данных. SC терпима к неточности и расплывчатому характеру параметров входных данных, также использование мягких технологий приводит к минимальной потере производительности в результате генерирования эффективных решений в конце вычислительного процесса.

Ключевыми характеристиками SC являются следующие: фактор толерантности к неточности и расплывчатому характеру входных параметров и фактор с использованием принципа истины и частичной истины для достижения надежного решения и минимальных затрат, связанных с решением [1–14].

Методология и технология, основанные на SC, широко используются при моделировании систем, включающих распознавание речи, визуализацию изображений, аудио- и видеозапись и др.

Таким образом, в действительности SC превратилась в значительный ресурс для пользователей в разработанных и изготовленных промышленных продукциях и системах, отличавшихся высоким MIR произведенной продукции. Наблюдается значительное

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru