

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (специальность) 05.13.17 Теоретические основы информатики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Нейро-бионические методы и модели в информационных технологиях»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часа – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 875, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.13.17 Теоретические основы информатики, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является освоение основных методов, моделей и средств проектирования нейробионических интеллектуальных систем различного назначения.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных нейробионических методов, моделей и используемых в них средств формализации;
- освоение современных программных инструментальных средств проектирования нейробионических систем различного назначения, в том числе, для решения задач управления, классификации, прогнозирования, мониторинга;
- приобретение навыков использования изученных методов и средств для проектирования прикладных нейробионических систем.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность разрабатывать эффективные математические, логические, семиотические и лингвистические модели и методы взаимодействия информационных процессов для решения задач естествознания, техники, экономики и управления (ПК-1);
- способность применять нейро-бионические принципы, методы и модели в информационных технологиях (ПК-5);
- способность разрабатывать модели и методы анализа данных и обнаружения закономерностей в данных, алгоритмы анализа текста на естественном языке, методы распознавания образов и синтеза решающих правил (ПК-7).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- основные нейро-бионические методы и модели, включая методы и модели нейросетей различных классов и генетических алгоритмов (УК-2);
- программные инструментальные средства для разработки нейро-бионических технологий, ориентированных на различные приложения (ПК-1);

– основные источники научно-технической информации, включая Интернет-ресурсы, по основным нейро-бионическим направлениям (ОПК-2);

уметь:

– применять нейро-бионические методы и средства для решения прикладных задач (ПК-5);

– использовать имеющееся программное обеспечение для разработки нейро-бионических интеллектуальных систем (ОПК-1);

– проводить научные исследования в области разработки и применения перспективных нейро-бионических технологий и получать новые научные и прикладные результаты, разрабатывать концептуальные и теоретические модели и методы решаемых задач, проводить углубленный анализ проблем, ставить и обосновывать задачи научной и проектно-технологической деятельности (ПК-7);

– проводить лекционные, семинарские и практические занятия спецкурсов в области когнитивного моделирования (ОПК-3);

владеть:

– методологией и навыками практического применения нейро-бионических методов и моделей в своей профессиональной деятельности (ПК-5);

– терминологией, навыками поиска и использования научно-технической информации по профессиональной тематике (ОПК-2).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Нейросети прямого распространения (16 часов самостоятельной работы)

Общие характеристики нейросетей. Формальное описание нейрона. Функция активации. Весовые коэффициенты сети. Правило Хебба. Матрица весовых коэффициентов. Общие принципы современных нейросетей: коннекционизм, нелинейность активационной функции, локальность обучения с учителем, с подкреплением (reinforcement learning), без учителя. и параллелизм вычислений, обучение вместо программирования,

оптимальность обучающих алгоритмов. Основные типы обучения нейросети. Основные конфигурации нейросетей.

Многослойные персептроны. Функция классификации. Линейно-разделимые и линейно-неразделимые классы. Метод обратного распространения ошибки (back propagation error).

Самообучающиеся нейросети (12 часов самостоятельной работы)

Правило обучения Ойа. Автоассоциативная сеть с узким горлом. Соревновательное обучение. Правило соревновательного обучения: победитель получает всё.

Сеть Кохонена. Свойства сети Кохонена. Механизм латерального торможения. Алгоритм обучения сети Кохонена.

Рекуррентные сети Хопфилда (12 часов самостоятельной работы)

Особенности матрицы весовых коэффициентов сети Хопфилда.

Ассоциативная память. Аттрактор как стационарное оптимальное состояние. Основные отличия модели Хопфилда от модели Изинга. Ограничения модели Хопфилда.

Нечеткие нейросети (16 часов самостоятельной работы)

Нечеткие множества. Основные характеристики нечетких множеств. Логические операции над нечеткими множествами. Нечеткие и лингвистические переменные. Нечеткие числа. Нечеткие отношения. Нечеткие выводы. Алгоритм Mamdani. Алгоритм Tsukamoto. Алгоритм Larsen.

Интеграция нейросетевых и нечетких систем. Нейросетевая реализация элементов нечетких систем. Нейросетевая реализация нечетких отношений. Нейросетевая модель нечеткого вывода.

Нечеткие элементы нейросетевых систем.

Генетические алгоритмы (28 часов самостоятельной работы)

Основные понятия генетики и эволюции. Законы Менделя. Идеи наследования. Законы Харди и Пирса. Основные факторы, меняющие генетический состав популяции. Молекулярная генетика. Алгоритм синтеза белка в живой клетке.

Основные положения теории Моргана. Механизм передачи наследственной информации.

Биосинтез наследственной информации.

Идеи направленной молекулярной эволюции.

Основные понятия генетических алгоритмов. Определение генетического алгоритма (ГА). Основные отличительные особенности ГА.

Простой генетический алгоритм (ПГА). Оператор репродукции. Оператор кроссинговера. Операторы мутации, инверсии, сегрегации. Фундаментальная теорема генетического алгоритма.

Вычислительное представление генетических алгоритмов. Структура данных. Реализация генетических операторов на Си. Проблема предварительной сходимости в ПГА.

Инструментальные средства генетических алгоритмов. Технология генетического поиска. Схема многоуровневого ГА. Схема эволюционных операций. Механизмы эволюционного программирования. Варианты планирования процесса ГА.

Модифицированные генетические операторы.

Методы, основанные на знаниях (гибридные ГА, «жадная» эвристика).

Модифицированные схемы селекции. Операторы доминирования, инверсия, дубликации, делеции. Операторы сегрегации, транслокации.

Генетический алгоритм и параллельные процессоры. Прототипы параллельных вычислительных архитектур.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

7 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы общие характеристики нейросетей ?
2. Дайте определение функции активации ?
3. В чём сущность правила Хебба ?
4. Каковы принципы современных нейросетей ?
5. Каковы основные типы обучения нейросетей ?
6. Каковы основные конфигурации нейросетей ?
7. В чём отличие линейно-разделимых классов от линейно-неразделимых ?
8. В чём сущность метода обратного распространения ошибок ?
9. В чём отличие правила обучения Ойа от правила Хебба?
10. В чём сущность правила соревновательного обучения ?
11. В чём сущность информационной модели эмоций ?
12. На чём основан алгоритм обучения сети Кохонена ?
13. Каковы особенности матрицы весовых коэффициентов сети Хопфилда ?
14. Каковы критерии классификации эмоций ?
15. Какие существуют виды мышления ?
16. Что представляет собой аттрактор ?
17. Каковы ограничения модели Хопфилда ?
18. Каковы основные характеристики нечётких множеств?
19. Какие логические операции определены над нечеткими множествами ?
20. Какие существуют особенности лингвистических переменных ?

21. Какие существуют варианты алгоритмов нечёткого вывода?
22. На чём основана интеграция нейросетевых и нечётким систем?
23. Каковы основные положения теории генетики и эволюции ?
24. Каковы особенности механизма передачи наследственной информации ?
25. В чём заключаются идеи направленной молекулярной эволюции ?
26. Каковы отличительные особенности генетических алгоритмов ?
27. Каковы базовая структура простого генетического алгоритма ?
28. Каковы определения операторов репродукции, кроссинговера, мутации и инверсии ?
29. В чём смысл фундаментальной теоремы генетического алгоритма?
30. В чем заключается проблема предварительной сходимости в ПГА?
31. Какова схема многоуровневого ГА ?
32. В чем заключается модификация генетических операций ?
33. Что такое гибридный ГА ?
34. Каковы определения операторов доминирования, дубликации, делеции ?
35. Возможна ли параллельная реализация ГА ?

Вопросы для проведения зачета

1. Общие характеристики нейросетей.
2. Формальное описание нейрона.
3. Функция активации.
4. Правило Хебба.
5. Матрица весовых коэффициентов.
6. Общие принципы современных нейросетей.
7. Основные типы обучения нейросети.
8. Основные конфигурации нейросетей.
9. Многослойные персептроны.
10. Функция классификации.
11. Метод обратного распространения ошибки.

12. Правило обучения Ойа.
13. Автоассоциативная сеть с узким горлом.
14. Правило соревновательного обучения.
15. Сеть Кохонена.
16. Свойства сети Кохонена.
17. Алгоритм обучения сети Кохонена.
18. Особенности матрицы весовых коэффициентов сети Хопфилда.
19. Ассоциативная память.
20. Аттрактор как стационарное оптимальное состояние.
21. Ограничения модели Хопфилда.
22. Основные характеристики нечетких множеств.
23. Логические операции над нечеткими множествами.
24. Нечеткие и лингвистические переменные.
25. Нечеткие числа. Нечеткие отношения.
26. Нечеткие выводы. Алгоритм Mamdani.
27. Алгоритм Tsukamoto.
28. Интеграция нейросетевых и нечетких систем.
29. Нейросетевая реализация элементов нечетких систем.
30. Нейросетевая реализация нечетких отношений.
31. Нечеткие элементы нейросетевых систем.
32. Основные понятия генетики и эволюции.
33. Законы Харди и Пирса.
34. Молекулярная генетика.
35. Основные положения теории Моргана.
36. Механизм передачи наследственной информации.
37. Идеи направленной молекулярной эволюции.
38. Определение генетического алгоритма (ГА).
39. Основные отличительные особенности ГА.
40. Простой генетический алгоритм (ПГА).
41. Оператор репродукции. Оператор кроссинговера.
42. Операторы мутации, инверсии, сегрегации.

43. Фундаментальная теорема ГА.
44. Вычислительное представление генетических алгоритмов.
45. Реализация генетических операторов на языке Си.
46. Проблема предварительной сходимости в ПГА.
47. Технология генетического поиска.
48. Схема многоуровневого ГА.
49. Схема эволюционных операций.
50. Механизмы эволюционного программирования.
51. Модифицированные генетические операторы.
52. Методы, основанные на знаниях.
53. Модифицированные схемы селекции.
54. Генетический алгоритм и параллельные процессоры.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. А. Н. Аверкин, Е. В. Деньщикова. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы: учебное пособие, – М.: Изд-во МЭИ, 2014. – 68 с.
2. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. – 7-е изд. – М.: Эдиториал УРСС, 2011. – 224 с.
3. А. И. Галушкин. Нейронные сети: основы теории. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2010. – 496 с.

Дополнительная литература:

4. Курейчик В. М. Генетические алгоритмы и их применение. – Таганрог: изд-во ТРТУ, 2-ое изд., 2007.

5. Комарцова Л.Г., Максимов А.В. Нейрокомпьютеры: Учеб. Пособие для вузов.-М.:Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2-ое изд, 2006.

6. Круглов В.В. Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика- 3-е изд.- М.: Горячая линия- Телеком, 2006.