

*А.И. Ольшевский*Донецкий государственный институт искусственного интеллекта, Украина  
info@iai.donetsk.ua

## Интеллектуальная система проектирования информационных сетей дистанционного обучения на базе ДонГИИИ

Статья посвящена вопросу проектирования информационных сетей. Объектом проектирования является процесс маршрутизации в информационных сетях и принятие решения на организацию дистанционного обучения на базе ДонГИИИ. Рассматриваются основные этапы проектирования: исследование предметной области, информационных потоков, топологии компьютерных сетей; генерация моделей этих сетей; исследование экспериментальных данных и зависимостей; интерактивное построение моделей сетей; предоставление возможности анализа и принятия решений.

В последнее десятилетие во всем мире возрос интерес к новой форме приобретения знаний например, к так называемому дистанционному обучению (ДО). Энтузиасты дистанционного обучения продемонстрировали мощь компьютерных коммуникаций и других новых информационных технологий (НИТ) в доставке знаний в разные точки земного шара [1]. Идея дистанционного обучения не нова, всем нам известен термин «заочное обучение».

Главным в дистанционном обучении является пересылка заданий и лекций обучаемым, для этого можно использовать как выделенную сеть, так и всемирную глобальную сеть Internet. Задачей организации дистанционного обучения является маршрутизация в сети, и поэтому актуальной является задача синтеза сети как метод решения задачи поиска кратчайших маршрутов между узлами сети.

Принципиально новые достижения в технологии обработки информации, прикладной математике и кибернетике связаны с созданием человеко-машинных систем, предназначенных для накопления и обработки в ЭВМ знаний, необходимых для решения сложных практических задач. Подобные системы получили название СОЗ – системы, основанные на знаниях (knowledge based system), а дисциплина, занимающаяся исследованием, разработкой и применением таких систем, стала называться инженерией знаний [2].

Системы поддержки принятия решений (СППР) [3], известные в литературе как Decision Support Systems (DSS), – это диалоговые системы, оказывающие помощь лицам, принимающим решения (ЛПР), использующие развитые БД и мощные базы математических моделей при решении задач из слабоструктурированных предметных областей.

Следовательно, для повышения эффективности управленческих решений вновь образованная система принятия решений должна быть построена таким образом, чтобы, несмотря на разнородность входящих в нее компонентов, она обладала интегративными качествами, что возможно, если система «ЛПР + СППР» организуется как некоторый гибридный интеллект.

Очевидно, что для проведения указанного диалога необходима не только языковая общность между основными компонентами системы «ЛПР + СППР», но и общность рассуждений, что достижимо за счет включения в СППР элементов

искусственного интеллекта, в первую очередь элементов систем, основанных на знаниях. СОЗ, как известно, позволяют синтезировать модели, адекватные реальным объектам, и использовать при решении оптимизационных задач методы, аналогичные рассуждениям человека, т.е. позволяют человеку работать непосредственно с оптимизационной моделью и вносить в нее изменения так же просто и быстро, как он вносит изменения в свои рассуждения.

На основании сказанного обобщенная структурная схема системы поддержки принятия решений с элементами искусственного интеллекта примет вид, представленный на рис. 1.

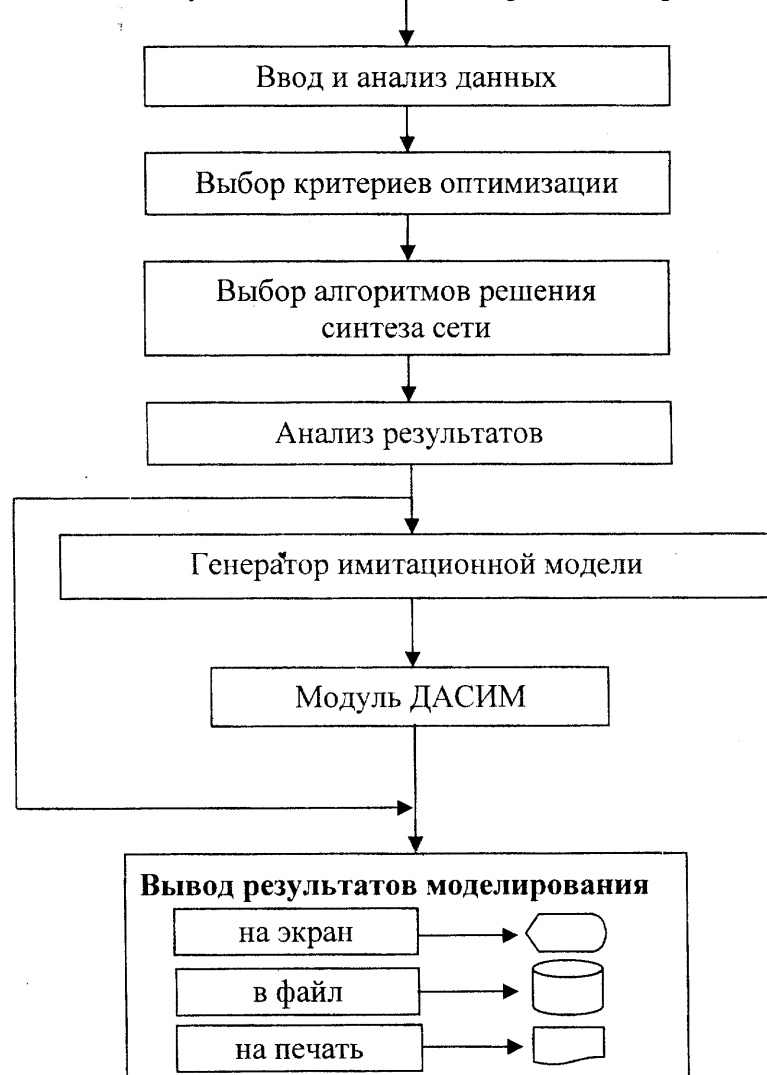


Рисунок 1 – Схема функционирования интеллектуальной системы проектирования информационной сети

Функциональная структура интеллектуальной системы проектирования информационной сети (ИС) включает в себя:

- блок ввода и анализа исходных данных;
- блок выбора критериев оптимизации;
- блок выбора алгоритмов решения задачи синтеза сети;
- блок генератора имитационной модели;
- модуль ДАСИМ;
- блок анализа результатов.

Блок ввода и анализа исходных данных дает возможность формировать и корректировать данные о компьютерной сети, масштабировать изображение, в том числе использовать карты местности для размещения узлов сети и связей между ними на экране дисплея.

Задача построения маршрута относится к задачам нелинейного дискретного программирования с булевыми переменными. Все множество методов оптимизации можно разбить на две группы: точные и приближенные. Точные позволяют получать строго оптимальные решения, однако они весьма чувствительны к размерности и их можно применять лишь для задач малой размерности. Приближенные методы, хотя и не дают строго оптимальных решений, зато позволяют решать практические задачи довольно высокой размерности. Точные методы для общей задачи неизвестны, однако для задач специального вида можно разработать алгоритмы.

Так как не существует оптимального алгоритма синтеза кратчайшего связующего дерева (КСД) с ограничениями на пропускную способность каналов связи, необходима система, которая на основании анализа синтезированных по различным алгоритмам сетей передачи данных создавала бы близкую к оптимальной структуру (граф).

Задача построения древовидных сетей с ограничениями минимальной стоимости исследована в алгоритмах Прима, Исау-Вильямса, Фогеля, Краскала.

Задача дерева Штайнера (ST-Steiner Tree) является NP-полной. Среди множества эвристических алгоритмов, описанных в литературе, можно выделить два класса. Один основан на алгоритме нахождения минимального стягивающего дерева MST (Minimum Spanning Tree) алгоритмы. Другой класс основан на классическом подходе нахождения кратчайшего маршрута «от точки к точке» или алгоритме построения леса (Forest Build Tree – FBT).

Два алгоритма, KMB (Kou, Markowsky, Berman) и RS (Rayward-Smith), известны как самые типичные в этих двух классах. Оба эти алгоритма имеют низкую производительность, но дают решение, близкое к оптимальному.

Производительность RS-алгоритма в среднем лучше из-за того, что в нем в рассмотрение берутся и узлы, не принадлежащие к множеству узлов назначения. Недостаток RS-алгоритма в том, что требуются большие вычислительные затраты. Для получения опорной точки Штайнера требуется перебор всех возможных вариантов (деревьев). Такие вычисления являются труднореализуемыми [4].

Особое внимание было уделено генетическим алгоритмам построения дерева Штайнера, которые относятся к классу методов оптимизации, обладающих наилучшими нелокальными свойствами. Благодаря этой гибкости генетические алгоритмы охватывают широкий диапазон запросов. В генетических алгоритмах имеется механизм обмена информацией между особями, который порождает из родительских решений решения-потомки [5].

Определение характеристик сети до того, как она будет введена в эксплуатацию, имеет первостепенное значение. Это позволяет отрегулировать характеристики компьютерной сети на стадии проектирования. Решение этой проблемы возможно путем аналитического или имитационного моделирования.

Аналитическая модель сети представляет собой совокупность математических соотношений, связывающих между собой входные и выходные характеристики сети. При выводе таких соотношений приходится пренебрегать какими-то малозначительными деталями или обстоятельствами.

Моделирование сети является вторым шагом в построении сети дистанционного образования и логически следует за процессом оптимизации структуры сети обучения. Сначала к генерируемой сети применяются алгоритмы оптимизации. Но применения

А.И.

ать и  
в том  
междуетного  
зации  
лучать  
и их  
ы, хотя  
задачи  
однакоующего  
ходима  
ритмам  
).

рности

ножества  
а класса.  
ева MST  
подходе  
строенияизвестны  
водитель-в нем в  
значения.  
затраты.  
возможныхия дерева  
илучшими  
хватывают  
зм обмена  
и решения-оплатацию,  
ки компью-  
жно путемматических  
стики сети.  
осуществен-танционного  
ти обучения.  
применения

алгоритмов оптимизации недостаточно для принятия решения на создание сети обучения. Возникает необходимость в разработке следующего шага – построении имитационной модели сети на основе исходной информации. Собранные при имитации работы сети данные необходимы не только для создания (в случае необходимости) новой сети, но и, например, для задачи прогноза расширения сети, если такая сеть уже существует.

Однако процесс имитационного моделирования становится неоправданно трудоемким при изменении входных данных или структуры, сгенерированной на шаге оптимизации системы. С этой точки зрения весьма эффективной и целесообразной является автоматизация построения имитационных моделей, способная быстро настраиваться на объекты любой структуры и вида и таким образом уменьшать время подготовки моделей и внесение изменений.

Имитационное моделирование проводилось в среде ДАСИМ (Диалоговая Автоматизированная Система Имитационного Моделирования) [6].

Проектируемые алгоритмы генерации имитационных моделей по данным диалоговой системы проектирования и оптимизации ИС дают ЛПР возможность непрерывного исследования сети в диалоговом режиме, позволяя установить связь между решением задачи синтеза оптимальной структуры ИС и создание ее имитационных моделей синтезированной структуры.

Данные, необходимые непосредственно для создания имитационных моделей о различных источниках сообщений, интенсивности поступления от них разных типов сообщений, приоритетах сообщений, времени обработки на обрабатывающих центрах, программа получает в результате опроса пользователя.

При этом пользователь освобождается от необходимости каждый раз при изменении структуры ИС и исходных данных об элементах сети составлять имитационную модель. Генерация модели происходит автоматически на основании синтезированной структуры модели и данных, получаемых при диалоге с пользователем.

Генерация программных моделей в системе ДАСИМ происходит в зависимости от особенностей записи операторов языка моделирования и влияния изменения входных данных о моделируемой сети на структуру генерируемой программы.

Разработаны алгоритмы генерации для:

- 1) модели функционирования ПК (для одного узла обработки);
- 2) модели многоуровневой ИС.

Рассмотрим особенности генерации создаваемых моделей. Для первого типа характерно то, что каналы связи для передачи сообщений высокоскоростные и время передачи сообщений с использованием данного канала мало по сравнению со временем обработки сообщений в узлах обработки и периодом поступления сообщений в систему. В этом случае каналы связи исключаются из рассмотрения и обслуживание заявок будет осуществляться по схеме, приведенной на рис. 2.

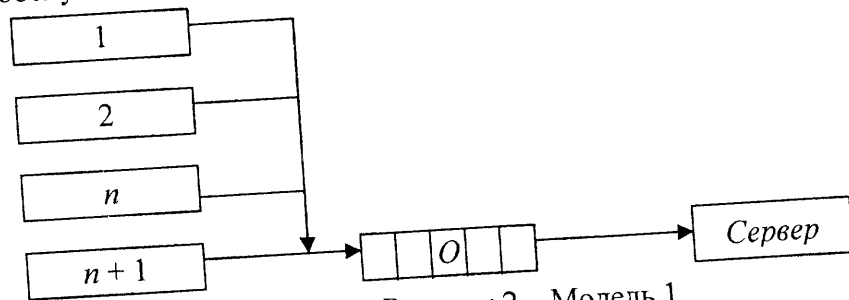


Рисунок 2 – Модель 1

1, 2, ..., n – источники заявок;

n + 1 – источник заявок следующего уровня;

O – очередь к устройству обработки;

Сервер – сервер, являющийся устройством обработки.

Для второго типа передачи данных обслуживание заявок происходит по схеме (рис. 3) рассмотрением всех существующих каналов связи.

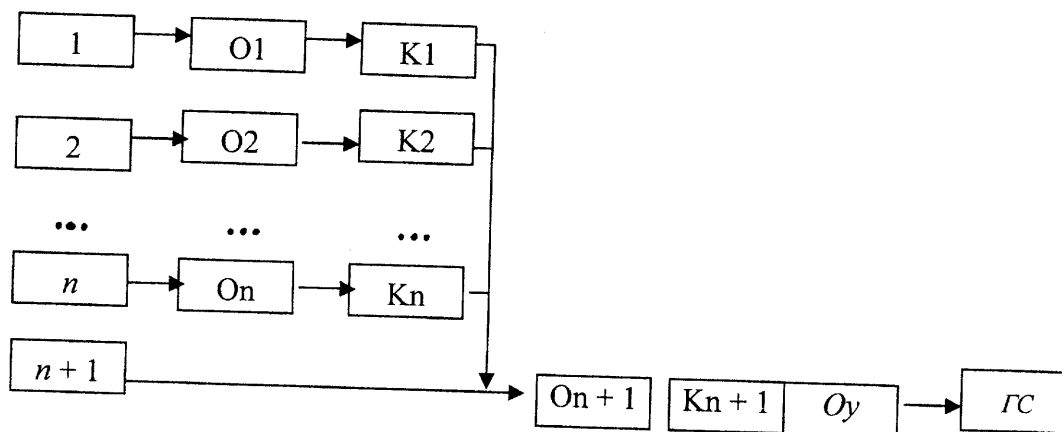


Рисунок 3 – Модель 2

- 1, ..., n – источники заявок;
- n + 1 – источник заявок следующего уровня;
- O1, On + 1 – очереди к каналам 1, n + 1;
- K1, Kn + 1 – каналы;
- Oу – очередь к устройству управления;
- ГС – главный сервер.

Модель многоуровневой ИС можно представить как совокупность взаимосвязанных СМО, в среде которых циркулируют заявки. Это фактически некоторая сеть массового обслуживания.

В качестве устройств обработки для моделируемой ИС сбора и обработки информации выступают каналы связи и различного уровня центры коммуникации сообщений.

В зависимости от структуры передачи заявок в сети происходит и передача сообщений внутри модели от более высоких уровней к более низким. Генерация сообщений происходит в зависимости от типов сообщений, их интенсивности, а также согласуется с необходимостью использования тех или иных каналов связи.

Как и в модели функционирования ПК, различные типы сообщений от различных источников генерируются отдельными операторами, в соответствии с периодичностью поступления заявок.

Имитационная модель включает в себя моделирование работы обрабатывающих центров заданной производительности. В соответствии с производительностью узла обработки, в зависимости от длины сообщения и трудоемкости программ обработки сообщения различных типов определяется время задержки на ОУ.

В результате проделанной работы создана интеллектуальная система проектирования информационных сетей дистанционного обучения на базе ДонГИИИ. Применение данной системы позволит оперативно, с высокой степенью точности принимать решения для структурного синтеза сети дистанционного обучения.

Система предназначена для проведения анализа введенных характеристик информационных потоков сети и реализации процедур построения дерева, оценивания и принятия решения в режиме диалога проектировщика с компьютером.

Пакет программ имитационного моделирования системы дистанционного обучения предоставляет пользователю возможность исследования информационных потоков, топологии компьютерных сетей, экспериментальных данных и зависимостей, результатом которых является принятие решения на создание сети.

Для решения задачи принятия решения на создание сети обучения используется методика проведения имитационных экспериментов, введение которых позволило принимать решения о построении сетей без проведения дорогостоящего натурного моделирования, что существенно удешевляет процесс создания сетей дистанционного обучения.

Для проведения необходимых исследований были созданы имитационные модели объекта, с которыми проводились численные эксперименты. В процессе экспериментов была собрана статистика о показателях качества функционирования системы в целом и отдельных ее блоков (участков, элементов). На основе анализа полученной информации были приняты решения о выборе приемлемого варианта структуры системы, а также были выдвинуты требования по изменению параметров отдельных функциональных блоков, имитирующих определенные операции. По результатам моделирования программного комплекса можно сделать вывод, что рассмотренная имитационная технология позволяет варьировать топологию сети, ее размерность, в зависимости от роста объема информации, изменять методы доступа к среде передачи с целью получения количественных оценок параметров эффективности сети (пропускной способности, средних длин очередей и т.д.).

В итоге анализа результатов, полученных при имитационном моделировании сети, были выделены два варианта построения сети обучения.

В первом варианте все пользователи напрямую связаны с главным сервером. Такую структуру можно использовать, если количество обучаемых невелико и все пользователи находятся на относительно небольшой территории, например, в одном районе или в одном городе. Такая сеть может быть и локальной, например, расположенной в самом институте или в учебном центре.

Первый вариант построения сети становится неприемлемым при большом количестве пользователей и если пользователи расположены на обширной территории, то есть сеть покрывает различные регионы. В данном случае появляется ряд существенных проблем: постоянная большая загруженность сервера, из-за чего снижается быстродействие сети, повышается вероятность возникновения сбоев и потери информации, что недопустимо. В таком случае более удобным и правильным, с точки зрения предъявляемых к сети требований, вариантом будет установка региональных серверов, где размещаются методические материалы и задания по дисциплинам. Такая структура снижает загруженность главного сервера, что значительно повышает быстродействие сети и ее надежность. При введении региональных серверов существенно снизилась вероятность сбоев, т.е. повысилась производительность сети, уменьшилось время реакции.

## Литература

1. Дистанционное обучение: Учебное пособие / Под ред. Е.С. Полат. – М.: ГИ Центр ВЛАДОС, 1998. – 192 с.
2. Юсупов И.Ю. Автоматизированные системы принятия решений. – М.: Наука, 1983.
3. Кокорева Л.В., Перевозчикова О.Л., Ющенко Е.Л. Диалоговые системы / АН Украины. Ин-т кибернетики. – К.: Наукова думка, 1992. – 448 с.
4. Chao T.-H., Hsu Y.-C. Rectilinear Steiner Tree Construction by Local and Global Refinement // Proc. of IEEE Int. Conf. on CAD. – 1990. – P. 432-435.
5. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. – Таганрог: Издательство ТРТУ, 1998. – 242 с.
6. ОГПУ, Система моделирования ДАСИМ // <http://www.ospu.odessa.ua/adss/>

### А.І. Ольшевський

**Інтелектуальна система проектування інформаційних мереж дистанційного навчання на базі ДонДШІ**  
Стаття присвячена питанню проектування інформаційних мереж. Об'єктом проектування є процес маршрутизації в інформаційних мережах і прийняття рішення на організацію дистанційного навчання на базі ДонДШІ. Розглядаються основні етапи проектування: дослідження предметної області, інформаційних потоків, топології комп'ютерних мереж; генерація моделей цих мереж; дослідження експериментальних даних і залежностей; інтерактивна побудова моделей мереж; надання можливості аналізу і прийняття рішень.

Статья поступила в редакцию 29.12.2006.