

## РАСПРЕДЕЛЕННАЯ МАКРОСЕТЬ БАЗЫ ЗНАНИЙ

Самхарадзе Р.Ю., Курдадзе М.А., Гачечиладзе Л.Г.  
Грузинский технический университет

### Резюме

Предлагается распределенная сложная сеть, на основе которой создана качественно новая структура базы знаний. Она состоит из базы данных, машины логического вывода в макровершинах сети и из связывающих свойств на дугах. Такая структура исключает переходы из машины логического вывода в базу данных. На ее основе возможно выполнить эффективную обработку информации, моделирование сложных процессов и т.д.

**Ключевые слова:** Распределенная макросеть. База знаний. База данных. Логическая машина. Моделирование сложных процессов.

### 1. Введение

При разработке экспертных систем, для графического представления знаний часто используется семантические сети. Среди основных свойств семантических сетей можно выделить: возможности описания отношений между объектами, возможности создания правил базы данных. Таким образом, семантические сети, в своем традиционном представлении носят описательный характер [1,2]. Существует ряд проблемных областей описания которых неинформативно существующими семантическими или другими видами сетей и необходимо введение новых типов сетей. Например, при описании процессов принятия решений при управлении режимами энергосистем недостаточна мощность семантических сетей, так как с их помощью невозможно решать конфликтные ситуации, описать организацию обслуживания приоритетных заявок и т.д.

### 2. Основная часть

Для преодоления вышеуказанных проблем введена новый тип сети – распределенная комплексная сеть (DCN-сеть), с помощью которой возможно задание качественно новой структуры базы знаний: в макровершинах сети расположены база данных и машина логического вывода, а на дугах - связывающие свойства. Такая структура исключает переходы из машины логического вывода в базу данных. Макровершинам присваиваются логические функции развития сети. Они представлены приоритетно-конфликтными сетями. В макровершинах расположены маркеры. Развитие сети, т.е. направление движения маркера зависит от динамических параметров самого маркера и сети. Определение. DCN-сеть семерка,

$$DCN = \langle ND, AR, MN, PT, SP, EF, CM \rangle, \quad (1)$$

где ND – множество вершин сети, AR – множество дуг сети, MN – комплект макровершин сети, PT – предистория трассы, SP – система продукций, EF – множество оценочных функций, CM – комплект режимов управления.

Вершины ND состоят из подмножеств ND' и ND". ND' совпадает с понятием вершины семантических сетей, обозначаются кружком и имеют имена:

$$ND' = \{r'_1, r'_2, \dots, r'_m\}. \quad (2)$$

Для энергетических объектов макровершинами могут быть: "диспетчер"; "функция ветвления  $U_1$ " и т.д.

Кроме традиционной вершины семантической сети, введено понятие "макровершины" (ND"):

$$ND'' = \{r''_1, r''_2, \dots, r''_m\}. \quad (3)$$

Необходимость ввода макровершины обусловлена новыми архитектурными и структурными возможностями сети, которые отражают возможность совмещения машины логического вывода и базы знаний в одну макровершину. Такая организация позволяет децентрализовать функционирование сети на уровне существующих архитектурных возможностей физических структур типа "многопроцессорные системы с клеточно-автоматическими архитектурами". Совмещение новых принципов сети и существующих архитектурных возможностей дает в таких сетях возможность уменьшения времени ответа, что очень важно при управлении энергетическими объектами. Примеры макровершин: "вычисления"; "сравнение двух режимов" и т.д.

Понятие введенной дуги совпадает с понятием традиционной дуги семантической сети. Примерами дуг для энергетических объектов могут быть: "выбирается", "диалог", "выполняется" и т.д. Комплект макровершин – новое понятие DCN-сети. Он подразумевает повторение макровершин имеющих одно имя и одинаковые функции, которые имеют разные входные информации, например, "вычисления", "оценка режима" и т.д. Макровершины можно использовать в разных трактах макросети.

Суть предистории трассы заключается в том, что происходит запоминание той трассы которую проходит маркер. Трасса содержит все те позиции, которых проходит маркер до попадания в нужную позицию. Введение предистории трассы позволяет прервать вычисления в нужной вершине и запомнить результаты предыдущих расчетов. Например, после получения режима текущих суток, при желании, можно получить результаты предыдущих расчетов без выполнения повторных расчетов, и соответственно, без затрат машинных ресурсов, а также, продолжить выполнение DCN-сети возможно с нужной позиции. Введение понятия предистории трассы дает возможность безотказного и/или обязательного перехода из одной ячейки в другую с учетом семантики проиденной подтрассы.

Система продукций содержит стандартные элементы продукции. Данная система продукций свой суть раскрывает в макровершинах, т.е. макровершины содержат все элементы продукционных систем. Множество продукционных правил содержит правила вида "если-то":

**ЕСЛИ  $Q_i^{сут} > 24 \times N_{ГЭСi}^{max}$ , ТО ГЭС<sub>i</sub> с избытком воды;**

**ЕСЛИ ГЭС<sub>i</sub> с избытком воды, ТО ГЭС<sub>i</sub> не участвует в регулировании нагрузки и т.д.**

Введено понятие оценочных функций. Она приписывается к вершинам макросети. Роль оценочных функций заключается в уменьшении объема поиска в сетях больших размеров. Это

достигается введением критерия качества, который позволяет двигаться по наилучшему направлению. Например, если, полученный суточный режим неприемлем по соответствующему критерию качества, тогда выполняется генерация нового суточного режима. Режим управления позволяет, при наличии различных данных, выбрать наилучший режим принятия решений в зависимости от длины сети. Он содержит такие типы поиска, как поиск в глубину, в ширину, сверху вниз, снизу вверх и т.д.

Конструктивно доказывается следующее:

**Предложение 1.** DCN-сеть по мощности моделирования превосходит классы сетей типа распределенные проблемно-решающие и распределенные обрабатывающие.

**Доказательство.** В теории распределенного решения проблем выделяются два направления: разработка проблемно-решающих и обрабатывающих сетей. Распределенная проблемно-решающая сеть (РПРС) [3] определяется как полуавтоматная распределенная сеть имеющая проблемно-решающие узлы, которые могут решать сложные задачи и взаимодействовать с другими узлами для решения одной задачи. Каждый узел представляет собой сложную проблемно-ориентированную систему, которая может модифицировать свое поведение при изменении обстоятельств и планирование своих связей и стратегии взаимодействия с другими узлами.

Распределенные проблемно-решающие сети отличаются от распределенных обрабатывающих сетей (РОС) [4] стилем распределения и типом решаемых задач. Эти отличия особенно заметны при изучении существующих взаимодействий между узлами сети каждого типа. РОС могут параллельно выполнять в сеть различные задачи. Главной причиной взаимодействия между этими задачами является распределенное обращение к физическим и информационным ресурсам. РПРС в отличие от вышесказанного обладают информацией о распределении компонент сети и могут принимать решения о взаимодействиях на основе этой информации. В этом случае узел редко нуждается в помощи со стороны других узлов при выполнении своих проблемно-ориентированных функций и не использует принцип совместного взаимодействия подзадач для решения одной задачи. Такие же возможности заложены в DCN-сетях. В этом случае инструментом функционирования DCN-сети являются однородные клеточно-автоматные матрицы [5].

Распределенное проблемно-ориентированное решение отличается от решения задач в системах искусственного интеллекта их акцентом на решение задач. Сетей с кооперированными связями нет в искусственном интеллекте. Но, частная автономия, улучшение свойств проблемно-ориентированных узлов и прямая цепочка ограниченных связей ставит РПРС вне формализма активностей Гюита, конекционного подхода Фельдмана, языка ETHER Корнфильда, систем BEINGS Лената. В последних системах знания делятся так, чтобы “эксперт” является специалистом в одном отдельном аспекте общей проблемно-ориентированной задачи. Каждый эксперт имеет мало знаний или вообще не имеет ее о

проблемно-ориентированной задачи в целом, или об общих методах кооперирования и коммуникации. В результате, эксперт не может в системе действовать без контекста другого эксперта и без коммуникационных и кооперирующих протоколов, которые заранее определены разработчиками системы.

В РППС, в отличие от вышесказанного, каждый узел имеет достаточное общее проблемно-ориентированное знание, поэтому, его частный опыт может быть использован для решения проблем без помощи других узлов сети. Это означает то, что узел действует так, как при кооперировании с другими узлами, но каждый узел может принимать частные решения только на основе своих знаний. Каждый узел РППС, также, имеет значительный опыт управления и коммуникации. Аналогично вышесказанному, в DCN-сетях заложены механизм кооперации и перевода узлов в состояние разработки собственной стратегии коммуникации.

Существуют четыре сферы применения этих сетей.

Распределенная интерпретация. Здесь требуется интеграция и анализ распределенных данных для генерации модели. Распределенное управление и планирование. Здесь подразумевается разработка и координация ряда распределенных узлов и координация для решения нужной задачи, например, распределенное управление процессами в производственных системах, распределениетресурсов и т.д.

Координационные сети. Выполняется координация нескольких индивидумов для решения определенной задачи, например, интеллектуальные команды и управляющие системы.

Кооперирующие взаимодействия между экспертными системами. Здесь подразумевается возможность интеграции в сеть формальных методов, возможностей и систем с целью совместного решения общей задачи.

Ключевые пункты. Разработка распределенных архитектур для вышеуказанного использования представляет сложную задачу. Узлы между собой должны кооперировать на взаимосвязанных подзадачах с целью координации их ответов, но все это должны делать ограниченным межпроцессорным взаимодействием. Это требует разработки новой парадигмы, которая распределенной системе позволяет эффективно действовать при неопределенной среде, данных и управления. В отличие от этого, распределенная клеточно-автоматная (РКА) архитектура и DCN-сети предотвращают эти проблемы благодаря механизма автоматической настройки на локальных соседей, чем обеспечивается локальная модель.

Рассмотрим взаимосвязанные пункты, которые воздействуют на разработку РОС, РППС и DCN-сетей. Декомпозиция задачи. С точки зрения редукции распределенная сеть рассматривается как система, декомпозиция которой осуществляется по узлам, каждый из которых является частью общей сети. С конструктивной точки зрения сеть – это общество узлов, в котором каждый узел представляет индивидуальную систему. Несмотря на то, что оба соображения рассматривают одну и ту же реальность, редукционная точка зрения имеет тенденцию поощрения поиска соответствующих путей для продвижения на передний план

существующих централизованных систем. Конструктивная точка зрения имеет тенденцию поощрения поиска путей организации индивидуально полных систем в обществе кооперирующих узлов. DCN-сеть позволяет одновременно использовать оба подхода, и этим ввести в одну сеть уровни централизации и децентрализации.

Существуют несколько способов декомпозиции.

Функциональность против пространственности. В функциональной декомпозиции каждый узел является “экспертом” в определенной части основной проблемной области; решение проблемы приводит к соответствующему эксперту. В пространственной декомпозиции каждый узел владеет проблемно-ориентированным опытом и использует его к определенной порции общей задачи, которая расположена “ближе” в пространстве.

Иерархия против гетерархивности. Иерархическая структура хорошо работает тогда, когда контроль данных должна быть собрана в одной точке сети, хотя они чувствительны к потере узлов высоких уровней в иерархии. Гетерактивные структуры могут быть более устойчивы к потере узлов, но они могут выявить большую потребность к связям и управлению. В отличие от этого, в иерархической структуре DCN-сетей существует механизм регенерации узлов, т.е. сеть имеет функции гетерактивности.

Избытки против пересекющихся активностей. Избыточные активности потребляют ресурсы сети и исходя из эффективности требуют минимизацию этих активностей. Но, недостаток активностей может привести к снижению производительности сети, если какая-то решающая активность была потеряна из-за отказа узла. В DCN-сетях применяется противоотказный подход, при которой решающая активность выполняется избыточно как страховку против отказа узлов.

Работа с неполной и противоречивой информацией. Однородная архитектура делает непрактичной структуризацию сети, так как, каждый узел должен иметь соответствующую информацию для локальных вычислений и принятия необходимых управленческих решений из-за задержки связей. Каждый узел может иметь необходимую информацию, для выполнения не всей функции, а только ее части. РКА не только позволяет, но делает целесообразным структуризацию сети.

Получение глобальной связи к децентрализованному управлению. Здесь требуется:

- Перекрываемость: целая обязательная порция общей проблемы должна быть включена в активность хотя бы одного узла.
- Соединяемость: Узлы должны так взаимодействовать друг с другом, чтобы дать возможность активности, которая выполняется в данном узле, участия и интеграции в общем решении.
- Возможность: должны быть учтены все ограничения на связях, вычислениях и ресурсах.

В DCN-сетях применяется модел, в котором сперва выполняется декомпозиция задачи. Задача рекурсивно делится на подзадачи до тех пор, пока не останутся неделимые задачи, которые будут присвоены отдельным узлам. Затем, выполняется координированное решение индивидуальных подзадач. Потенциальное взаимодействие с другими узлами, при фазе решения подзадачи, специфицировано обрабатываемыми узлами. Там же выполняется синтез ответов. Возможны случаи, когда больше чем один узел имеет решения частной подзадачи и эти решения могут не быть одинаково хорошими. Если нужно использовать наилучшее решение,

тогда синтезирующие узлы должны определить местонахождение наилучших решений и приобрести их. При этом, начинает работать алгоритм выводв наилучшего решения.

При использовании такой структуры базы знаний можно выполнить:

- эффективную обработку информации (по времени);
- моделирование сложных процессов;
- выделение таких подмножеств сети, которые особенно важны в режиме обучения, что целесообразно, например, при создании тренажеров для диспетчеров энергосистем.

### **3. Заключение**

Таким образом, с помощью разработанной распределенной комплексной сети получается качественно новая структура базы знаний: в макровершинах сети располагаются база данных и машина логического вывода, а на дугах – связывающие свойства. Такая структура исключает переходы из машины логического вывода в базу данных. По средством DCN-сетей можно выполнить эффективную обработку информации, моделирование сложных процессов и т.д.

### **Литература**

1. Прангишвили А.И., Самхарадзе Р.Ю., Чхаидзе Н.З., Рура А.А. Распределенная семантическая сеть. Сб.докл., Проблемы автоматизации технологических процессов. Тб., 1996.
2. Самхарадзе Р.Ю. База знаний для многокритериального планирования краткосрочных режимов энергосистем. Мат.10-ой Межд.школы-сем.«Иверси-93: Вопросы управления и информатики». Телави, 15-22 Март, 1993.
3. Lesser V., Corkill D. Distributed Problem Solving. University of Massachusetts.
4. Lesser V.R., Corkill D.D. The distributed vehicle monitoring testbed: A tool for investigating distributed problem solving networks. AI Mag. 4(3), 1983.
5. Lesser V.R., Corkill D.D. Functionally accurate, cooperative distributed systems. IEEE Trans. Sys. Man Cybernet. SMC, 11(1), January, 1981.

### **DISTRIBUTED MACRONET OF KNOWLEDGE BASE'S**

Samkharadze Roman, Kurdadze Marina, Gachechiladze L.  
**Georgian Technical University**

#### **Summary**

The distributed complex network on the basis of which essentially new structure of the knowledge base is constructed is offered. It's essence presents macrotops of a network the database and the machine of a logic conclusion settles down, and on arches connecting properties settle down. Such structure excludes transitions from the machine of a logic conclusion in a database. So it is possible to execute effective processing of the information, modelling of complex processes and etc.

### **ცოდნის ბაზისის განაწილებული მაკროქსელი**

რომან სამხარაძე, მარინა ქურდაძე, ლია გაჩეჩილაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

#### **რეზიუმე**

განიხილება განაწილებული რთული ქსელი, რომლის საფუძველზე შექმნილია ცოდნის ბაზის თვისობრივად ახალი სტრუქტურა. იგი შედგება მონაცემთა ბაზისა და ლოგიკური გამოყვანის მანქანისგან ქსელის მაკრომწვერვალებში, და დამაკავშირებელი თვისებებისგან რკალებზე. ასეთი სტრუქტურა გამორიცხავს გადასვლებს ლოგიკური გამოყვანის მანქანიდან მონაცემთა ბაზაში. მის საფუძველზე შესაძლებელია ინფორმაციის ეფექტური დამუშავება, რთული პროცესების მოდელირება და ა.შ.