



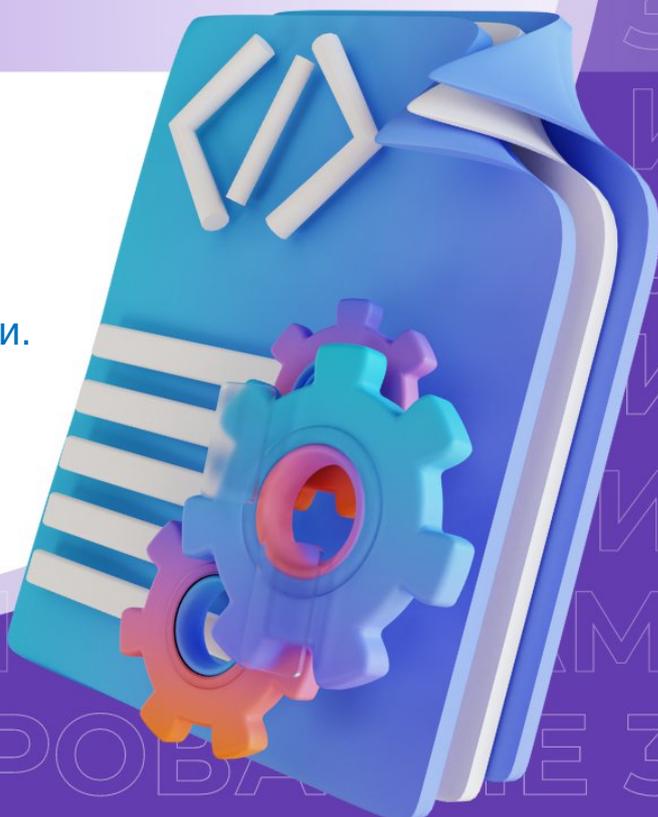
ТЕМА:

Агенты как носители искусственного интеллекта

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

Преподаватель:

Аникуев Сергей Викторович
к.т.н., доцент, доцент кафедры
электротехники, автоматики и метрологии.



Тема 1.5 Агенты как носители искусственного интеллекта

Вопрос 1. Основные термины и определения

Вопрос 2. Агенты и их классификация

Вопрос 3. Свойства агента

Вопрос 4. Многоагентные системы

Вопрос 5. Самоорганизации и кооперация в мультиагентной системе

В классической теории искусственного интеллекта решение какой-либо задачи сводится к созданию некоторой одной интеллектуальной системы, называемой агентом, которая, имея в своем распоряжении все необходимые знания, способности и вычислительные ресурсы, способна решить некоторую глобальную проблему.

Решение задачи одним агентом на основе инженерии знаний представляет собой точку зрения классического искусственного интеллекта (ИИ), согласно с которым агент (например, интеллектуальная система), обладая глобальным видением проблемы, имеет все необходимые способности, знания и ресурсы для ее решения. Напротив, в распределенном искусственном интеллекте (РИИ) предполагается, что отдельный агент может иметь лишь частичное представление об общей задаче и способен решить лишь некоторую ее подзадачу. Поэтому для решения сколько-нибудь сложной проблемы, как правило, требуется взаимодействие агентов, которое неотделимо от организации мультиагентной системы (МАС). Этот социальный (коллективный) аспект решения задач — одна из фундаментальных характеристик концептуальной новизны передовых компьютерных технологий искусственных (виртуальных) организаций.

Целью контрольно-курсовой работы является знакомство с понятиями «агент» и «агентные системы», изучение свойств агентов, а так же исследование мультиагентных систем.

Вопрос 1. Основные термины и определения

Агент (мультиагент) – это аппаратная или программная сущность, способная действовать в интересах достижения целей, поставленных перед ним владельцем и/или пользователем.

Программные интеллектуальные агенты – это новый класс систем программного обеспечения, которое действует либо от лица пользователя, либо от лица системы делегировавшей агенту полномочия на выполнение тех или иных действий.

Мультиагентная система – сложная система, в которой функционируют два или более интеллектуальных агентов.

Процесс самоорганизации в мультиагентных системах – внутренняя упорядоченность, согласованность, взаимодействие более или менее дифференцированных и автономных агентов агентной системы, обусловленной ее строением.

Вопрос 2. Агенты и их классификация

Общепринятого определения “агента” еще не существует. Рассматриваемый в какой-либо системе мультиагент – это аппаратная или программная сущность, способная действовать в интересах достижения целей, поставленных перед ним владельцем и/или пользователем. Таким образом, в рамках мультиагентных систем мы рассматриваем агенты, как автономные компоненты, действующие по определенному сценарию.

Классифицируются агенты на четыре основных типа:

- } простые;
- } умные (smart);
- } интеллектуальные(intelligent);
- } действительно интеллектуальные(truly intelligent).

Интерес для построения МАС в задачах инженерии знаний представляют в большей степени интеллектуальные и действительно

интеллектуальные агенты, которые отличаются тем, что поддерживают помимо автономного выполнения, взаимодействия с другими агентами и слежения за окружением – способность использовать абстракции, адаптивность поведения, обучение на прецедентах и толерантность к ошибкам.

Проблемы в создании МАС на принципах искусственного интеллекта состоит в том, что при проектировании точной и полной модели представления мира, процессов и механизмов рассуждения в нем – очень тяжело создать адекватную и полную картину мира. Несмотря на явные трудности, идея использовать агентов для решения разноплановых задач очень популярна в последнее время. Однако задача проектирования МАС и действительно интеллектуальных агентов требует специальных знаний и является ресурсоемкой задачей.

Программные интеллектуальные агенты – это новый класс систем программного обеспечения, которое действует либо от лица пользователя, либо от лица системы делегировавшей агенту полномочия на выполнение тех или иных действий.

Они являются, по сути, новым уровнем абстракции, отличным от привычных абстракций типа – классов, методов и функций. Но при этом, разработка МАС позволяет создавать системы обладающие расширяемостью/масштабируемостью, мобильностью/переносимостью, интероперабельностью, что несомненно очень важно при разработке систем, основанных на знаниях.

Вопрос 3. Свойства агента

Какими же свойствами должен обладать “агент”?

} Автономность: агенты функционируют без прямого вмешательства людей или кого-либо другого и владеют определенной способностью контролировать свои действия и внутреннее состояние.

} Методы (способы) общения: агенты взаимодействуют с другими агентами средствами некоторого коммуникационного языка.

} Реактивность: агенты способны воспринимать окружающую среду (которая может быть физическим миром, пользователем, взаимодействующим через графический интерфейс, коллекцией других агентов, Internet-ом, или, возможно, всем вместе взятым) и адекватно реагировать в определенных временных рамках на изменения, которые происходят.

} Активность: агенты не просто реагируют на изменения среды, но и обладают целенаправленным поведением и способностью проявлять инициативу.

} Индивидуальная картина мира: каждый агент имеет собственную модель окружающего его мира (среды), которая описывает то, как агент видит мир. Агент строит свою модель мира на основе информации, которую получает из внешней среды.

} Коммуникабельность и кооперативность: агенты могут обмениваться информацией с окружающей их средой и другими агентами. Возможность коммуникаций означает, что агент должен получать информацию об его окружающей среде, что дает ему возможность строить собственную модель мира. Более того, возможность коммуникаций с другими агентами является обязательным условием совместных действий для достижения целей.

} Интеллектуальное поведение: поведение агента включает способность к обучению, логичной дедукции или конструированию модели окружающей среды для того, чтобы находить оптимальные способы поведения.

Следовательно, каждый агент - это процесс, который владеет (располагает) определенной частью знаний об объекте и возможностью обмениваться этими знаниями с другими агентами.

Классификацию агентов можно провести в двух направлениях - по их инструментальной реализации (языку программирования агентов) и по основным приметам, которыми они владеют.

Следует отметить, что на сегодня не существует языка программирования или инструментальной системы разработки, которая бы полностью соответствовала требованиям построения агентов. С точки зрения

принципов распределенного объектно-ориентированного программирования (ООП) необходимость передачи методов может быть существенно сокращена в том случае, если может быть обеспечен удаленный доступ к общим методам посредством передачи ссылок на удаленные объекты, данных экземпляров этих объектов и их состояний. Однако в дополнение к концепции ООП, каждый агент имеет возможность создания копий самого себя с полной или ограниченной функциональностью, обеспечивая возможность настройки на среду путем исключения неэффективных методов и замены их новыми. Традиционная для ООП схема класс/объект нарушается, т.к. агент имеет возможность постоянного изменения сценария поведения без его изменения в родительском классе. Многозначное наследование позволяет создавать экземпляры агентов, смешивая сценарии поведения, схемы наследования и атрибуты, определенные в родительских классах.

Следовательно, система разработки, которая бы полностью соответствовала требованиям построения агентов, должна была бы соответствовать таким требованиям: обеспечение перенесения кода на различные платформы, доступность на многих платформах, поддержка сетевого взаимодействия, многопоточная обработка и некоторые другие. Чаще всего в агентных технологиях используются:

универсальные языки программирования (Java); языки, “ориентированы на знания”, такие, как языки представления знаний (KIF), языки переговоров и обмена знаниями (KQML, AgentSpeak, April), языки спецификаций агентов;

специализированные языки программирования агентов (TeleScript); языки сценариев и scripting languages (Tcl/Tk); символьные языки и языки логического программирования (Oz).

Одно из самых главных свойств агента – это интеллектуальность.

Интеллектуальный агент владеет определенными знаниями о себе и об окружающей среде, и на основе этих знаний он способен определять свое поведение.

Интеллектуальные агенты являются основной областью интересов агентной технологии. Важна также среда существования агента: это может

быть как реальный мир, так и виртуальный (компьютерный), что является важным в связи со всеобщим распространением сети Internet. От агентов требуют способности к обучению и даже самообучению. Поскольку обучение обуславливает наличие знаний у обучаемого, то обучаемым или самообучаемым может быть только интеллектуальный агент.

Свойство умения планировать подразделяет агентов на регулирующие и планирующие. Если умение планировать не предусмотрено (регулирующий тип), то агент будет постоянно переоценивать ситуацию и заново вырабатывать свои действия на окружающую среду. Планирующий агент имеет возможность запланировать несколько действий на различные промежутки времени. При этом агент имеет возможность моделировать развитие ситуации, что дает возможность более адекватно реагировать на текущие ситуации. При этом агент должен учитывать не только свои действия и реакцию на них, но и сохранять модели объектов и агентов окружающей среды для предсказания их возможных действий и реакций.

Агент может иметь доступ к локальным и глобальным ресурсам. При этом агентов, которые имеют доступ к локальным ресурсам (ресурсы, к которым имеет доступ пользователь, в том числе и сетевые), называют персональными помощниками, они автоматизируют работу текущего пользователя, помогая ему в выполнении некоторых операций. Соответственно сетевой агент самостоятельно получает доступ к информации, не доступной пользователю напрямую либо доступ к которой не был предусмотрен. Важным свойством классификации есть мобильность - возможность менять свое местонахождение в окружающей среде. Для программного агента под мобильностью понимается возможность передвигаться по сети от компьютера к компьютеру. Переходя от одного компьютера к другому, такой агент может обрабатывать данные и передавать по сети только результаты своей работы. Система, в которой несколько агентов могут общаться друг с другом, передавать друг другу некоторую информацию, взаимодействовать между собой, называется многоагентной (МАС).

Вопрос 4. Многоагентные системы

Направление “многоагентной системы” распределенного искусственного интеллекта рассматривает решение одной задачи несколькими интеллектуальными подсистемами. При этом задача разбивается на несколько подзадач, которые распределяются между агентами. Еще одной областью применения МАС есть обеспечение взаимодействия между агентами, когда один агент может выработать запрос к другому агенту на передачу некоторых данных или выполнение определенных действий. Также в МАС есть возможность передавать знания.

Построение программных систем по принципу МАС может быть обусловлено следующими факторами:

- так, некоторые предметные области применяют МАС в тех случаях, когда логично будет каждого из участников процесса представить в виде агента.

Например, социальные процессы, в которых каждый из участников играет свою роль;

- } параллельным выполнением задач, т.е. если предметная область легко представляется в виде совокупности агентов, то независимые задачи могут выполняться различными агентами;

- } устойчивостью работы системы: когда контроль и ответственность за выполняемые действия распределены между несколькими агентами. При отказе одного агента система не перестает функционировать. Таким образом, логично поместить агентов на различных компьютерах;

- } модульностью МАС, что позволяет легко наращивать и видоизменять систему, т.е. легче добавить агента, чем изменить свойства единой программы.

Системы, которые изменяют свои параметры со временем могут быть представлены совокупностью агентов. Модульность обуславливает легкость программирования МАС.

Мультиагентные системы подразделяются на кооперативные, конкурирующие и смешанные. Агенты в кооперативных системах являются частями единой системы и решают подзадачи одной общей задачи. Понятно, что при этом агент не может работать вне системы и выполнять самостоятельные задачи. Конкурирующие агенты являются самостоятельными системами, хотя для достижения определенных целей они могут объединять свои усилия, принимать цели и команды от других агентов, но при этом поддержка связи с другими агентами не обязательна. Под смешанными агентами понимаются конкурирующие агенты, подсистемы которых также реализуются по агентной технологии. Кроме общения с другими агентами должна быть реализована возможность общения с пользователем.

Мультиагентные системы – это направление искусственного интеллекта, которое для решения сложной задачи или проблемы использует системы, состоящие из множества взаимодействующих агентов.

В теории многоагентных систем (также часто встречается название «мультиагентные системы») за основу берется противоположный принцип. Считается, что один агент владеет всего лишь частичным представлением о глобальной проблеме, а значит, он может решить лишь некоторую часть общей задачи. В связи с этим для решения сложной задачи необходимо создать некоторое множество агентов и организовать между ними эффективное взаимодействие, что позволит построить единую многоагентную систему. В многоагентных системах весь спектр задач по определенным правилам распределяется между всеми агентами, каждый из которых считается членом организации или группы. Распределение заданий означает присвоение каждому агенту некоторой роли, сложность которой определяется исходя из возможностей агента.

Для организации процесса распределения задачи в многоагентных системах создается либо система распределенного решения проблемы либо децентрализованный искусственный интеллект. В первом варианте процесс декомпозиции глобальной задачи и обратный процесс композиции найденных решений происходит под управлением некоторого единого «центра». При

этом многоагентная система проектируется строго сверху вниз, исходя из ролей определенных для агентов и результатов разбиения глобальной задачи на подзадачи. В случае использования децентрализованного искусственного интеллекта распределение заданий происходит в процессе взаимодействия агентов и носит больше спонтанный характер. Нередко это приводит к появлению в многоагентных системах резонансных, синергетических эффектов.

Технология многоагентных систем, хотя и насчитывает уже более чем десятилетнюю историю своего активного развития, находится в настоящее время еще в стадии становления. Ведутся активные исследования в области теоретических основ формализации основных понятий и компонент систем, в особенности в области формализации ментальных понятий. Основные достижения в этой части пока не очень ориентируются на аспекты практической реализации и пока далеки от практики. В частности, при формализации ментальных понятий полностью игнорируются все разработанные в искусственном интеллекте подходы для работы с плохо структурируемыми понятиями, не вполне определенными понятиями, методы, которые базируются на вероятности и нечеткости. Представляется, что это обширное, новое и чистое поле деятельности для соответствующих специалистов.

Мультиагентные системы - это активно развивающееся направление искусственного интеллекта, которое в настоящее время еще находится в стадии становления.

В сообществе специалистов по мультиагентным системам как одна из перспективных моделей рассматривается модель самообучающегося агента. Однако при этом делаются ссылки на результаты в области извлечения знаний и машинного обучения, полученные ранее в искусственном интеллекте применительно к экспертным системам. Очевидно, что применительно к мультиагентной системе задача обучения имеет много специфики по сравнению с задачами в общей постановке, однако, эта специфика пока не изучается и не ведутся исследования по этой проблеме. Весьма специфична и задача обучения агентов коллективному поведению, ведь кооперативное

решение задач подразумевает совместное использование знаний нескольких агентов. Этот вопрос тоже пока остается вне поля зрения специалистов по мультиагентным системам.

Работы в области многоагентных систем, в особенности разработка приложений, требуют привлечение знаний и технологий из ряда областей, которые ранее были вне поля зрения специалистов по искусственному интеллекту. Прежде всего это относится к параллельным вычислениям, технологии открытой распределенной обработки, обеспечения безопасности и мобильности агентов. Необходимы знания в области сетевых компьютерных технологий и, в особенности, в области программирования в Internet.

Технология мультиагентных систем не является просто объединением различных результатов в области искусственного интеллекта. Интеграция, которая приводит к парадигме многоагентных систем, привносит ряд принципиально новых свойств и возможностей в информационные технологии и по существу представляет собой качественно новый, более высокий уровень ее развития, тот уровень, который позволяет прогнозировать ее ведущее положение в ближайшие десятилетия. Специалистам в области искусственного интеллекта здесь принадлежит ведущая роль.

Т. о. многоагентная система (МАС, англ. Multi-agent system) — это система, образованная несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами. Многоагентные системы могут быть использованы для решения таких проблем, которые сложно или невозможно решить с помощью одного агента или монолитной системы (англ.). Примерами таких задач являются онлайн-торговля[1], ликвидация чрезвычайных ситуаций[2], и моделирование социальных структур

В многоагентной системе агенты имеют несколько важных характеристик:

Автономность: агенты, хотя бы частично, независимы

Ограниченность представления: ни у одного из агентов нет представления о всей системе, или система слишком сложна, чтобы знание о ней имело практическое применение для агента.

Децентрализация: нет агентов, управляющих всей системой

Обычно в многоагентных системах исследуются программные агенты. Тем не менее, составляющими мультиагентной системы могут также быть роботы, люди или команды людей. Также, многоагентные системы могут содержать и смешанные команды.

В многоагентных системах может проявляться самоорганизация и сложное поведение даже если стратегия поведения каждого агента достаточно проста. Это лежит в основе так называемого роевого интеллекта.

Агенты могут обмениваться полученными знаниями, используя некоторый специальный язык и подчиняясь установленным правилам «общения» (протоколам) в системе. Примерами таких языков являются Knowledge Query Manipulation Language (KQML) и FIPA's Agent Communication Language (ACL).

Многие МАС имеют компьютерные реализации, основанные на пошаговом имитационном моделировании. Компоненты МАС обычно взаимодействуют через весовую матрицу запросов,

Speed-VERY_IMPORTANT: min=45mph,

Path length-MEDIUM_IMPORTANCE: max=60 expectedMax=40,

Max-Weight-UNIMPORTANT

Contract Priority-REGULAR

и матрицу ответов,

Speed-min:50 but only if weather sunny,

Path length:25 for sunny / 46 for rainy

Contract Priority-REGULAR

note - ambulance will override this priority and you'll have to wait

Модель «Запрос — Ответ — Соглашение» — обычное явление для МАС. Схема реализуется за несколько шагов:

сначала всем задаётся вопрос наподобие: «Кто может мне помочь?»

на что только «способные» отвечают «Я смогу, за такую-то цену»

в конечном итоге, устанавливается «соглашение»

Для последнего шага обычно требуется ещё несколько (более мелких) актов обмена информацией. При этом принимаются во внимание другие

компоненты, в том числе уже достигнутые «соглашения» и ограничения среды.

Другой часто используемой парадигмой в МАС является «феромон», где компоненты «оставляют» информацию для следующих в очереди или ближайших компонентов. Такие «феромоны» могут испаряться со временем, т. е. их значения могут изменяться со временем.

Свойства МАС также относятся к самоорганизующимся системам, так как в них ищется оптимальное решение задачи без внешнего вмешательства. Под оптимальным решением понимается решение, на которое потрачено наименьшее количество энергии в условиях ограниченных ресурсов.

Главное достоинство МАС — это гибкость. Многоагентная система может быть дополнена и модифицирована без переписывания значительной части программы. Также эти системы обладают способностью к самовосстановлению и обладают устойчивостью к сбоям, благодаря достаточному запасу компонентов и самоорганизации.

Вопрос 5. Самоорганизации и кооперация в мультиагентной системе

Для того, чтобы понять процесс самоорганизации в мультиагентной системе следует довольно детально рассмотреть этот процесс в реальном мире, например в какой-нибудь компании.

Зарождение и развитие компаний всегда связано с организацией коллективов людей, объединяющих свои ресурсы для достижения общих целей. Все начинается обычно с кооперации отдельных творческих людей или организации рабочих групп менеджеров и специалистов (в больших компаниях). По мере получения результатов, сложившееся "вольное объединение" трансформируется в малую компанию или новые подразделения в большой компании, далее - в группу компаний, консорциум и т.д. При этом какова бы ни была форма существования организации, решения на всех уровнях принимаются некоторыми коллективами людей, способных сообща

спланировать и скоординировать свою деятельность при решении общих задач.

Простейшей формой такой организации коллективов людей являются широко распространенные на практике рабочие совещания, построенные по принципу "круглого стола". Цель этих совещаний (в отличие от совещаний других видов) состоит в выявлении и разрешении общих проблем (противоречий) в кооперативной деятельности. Амбиции и иерархии здесь отходят на второй план, уступая место знаниям и опыту. Чем глубже дискуссия за "круглым столом", тем более остро обнажаются противоречия, и тем более продуманными и согласованными будут принимаемые решения (при условии признания всеми общих правил игры и некоторых других ограничений). Можно утверждать, что на время проведения любого совещания в компании как бы организуется новое виртуальное структурное подразделение - временный творческий коллектив специалистов. В результате, возможно незримо, но именно эти коллективы (а в их лице, бы само "дело") начинают интеллектуально управлять компанией. При этом руководитель любого уровня высоко организованной компании постепенно приобретает роль арбитра (что вовсе не отрицает его участие в спорах как рядового специалиста), следящего за соблюдением общих для всех правил игры в условиях заданных ограничений.

Высшей формой групповой коллективной работы самоорганизация. Самоорганизация - основа интенсивного развития компании, способность компании чутко реагировать на изменения во внешней среде, обоснованно и своевременно изменяя не только свое внешнее поведение, но и основополагающие принципы собственного устройства и функционирования. В рассматриваемом случае самоорганизация должна проявлять себя в самостоятельном создании специалистами новых рабочих групп по каждому направлению деятельности компании, независимо от ведомственной принадлежности и уровней подчиненности специалистов (множество открытий и изобретений делается на стыке различных направлений деятельности, если обеспечены условия для общения специалистов, пусть на уровне "курилки").

Известны примеры, когда с этой целью компании строят свои производственные здания так, чтобы сотрудники различных подразделений чаще могли бы, даже случайно, встречаться).

Таким образом, деятельность компании (или группы компаний) в каждый момент времени можно представить конфигурацией "круглых столов" (рабочих групп), относительно постоянно действующих или создаваемых на самое короткое время.

Внедрение принципов самоорганизации в компании должно начинаться не столько с нижних уровней управления, сколько с момента создания компании, начиная с уровня отдельных специалистов, микрогрупп, небольших отделов и далее (при этом обычно легче вырастить новую компанию, чем реорганизовать существующую).

В идеале, вся структура такой компании является виртуальной: она есть в каждый момент времени, но она столь изменчива, что фактически ее нет, как нет и иерархии управления - управляющие воздействия в равной степени иницируются как "сверху-вниз", так и "снизу-вверх" (если по-прежнему под "верхом" понимать традиционный менеджмент и финансы, а под "низом" - специалистов, технологию и т.п.). Однако, довольно быстро определяются новые лидеры (с точки зрения знаний и опыта), которые идут нарасхват в постоянно образующиеся "круглые столы". При этом каждый рядовой сотрудник самостоятельно работает, возможно, в целом множестве вертикальных и горизонтальных команд (групп), согласованно принимая важные решения в пределах своей компетенции и постоянно развиваясь и соответственно совершенствуя собственные должностные инструкции.

Любая новая идея, рожденная даже на самом нижнем уровне, подхватывается и обсуждается всеми другими звеньями и, в результате, возможно начинает менять план действий и текущую структуру компании, при этом не нарушая ее обязательств перед партнерами ...

Интуитивно ясно, что очень дорогой платой за столь высокую степень согласованности принимаемых решений (а следовательно, и организованности компании) является экспоненциальное возрастание накладных затрат на сам процесс согласования решений на всех вертикальных

и горизонтальных уровнях компании, так как теоретически возможно установление отношений "каждый – с каждым". В обычной повседневной практике компаний столь сложный процесс согласования решений просто невозможен (как говорится, "иногда надо и работать!"). В результате весьма распространенным в практике становится феномен "перегруженного руководителя", замыкающего в себе всю "организацию" предприятия. Жизнь всей компании начинает зависеть от одного человека. Доступ к такому руководителю и его ресурсы настолько ограничены, что любые реформаторские идеи, для восприятия которых требуется глубокое понимание и, следовательно, время, обычно рано или поздно становятся просто обреченными на погибание.

Для таких компаний и руководителей в первую очередь и предназначен предлагаемый ниже подход. Потенциальная мощь самоорганизующегося "коллективного разума" компании способна в конечном счете в тысячи раз превосходить возможности любого, даже гениального руководителя. Именно это и заставляет искать новые пути решения проблемы кооперации и самоорганизации компаний, основанные на применении компьютеров для поддержки согласованной деятельности.