

# Активный информационный робот как сетевой агент исследователя (на примере сети онлайн-ресурсов по экономике RePEc/RuPEc)

Thomas Krichel

Department of Economics University of Surrey  
Guildford GU2 5XH United Kingdom  
E-mail: T.Krichel@surrey.ac.uk  
phone: +44-(0)1483-876958 fax +44-(0)1483-303775

Давид Левин

РосНИИ Искусственного Интеллекта  
пр. Лаврентьева, 6 Новосибирск 630090  
E-mail: levin@iis.nsk.su  
телефон - (3832) 328359 факс - (3832) 323494

Сергей Паринов

Институт экономики и ОПП СО РАН  
пр. Лаврентьева, 17 Новосибирск 630090  
E-mail: parinov@ieie.nsc.ru  
телефон - (3832) 303640 факс - (3832) 302580

## 1 Аннотация

Тенденция к децентрализованному созданию информационных ресурсов в сети Интернет меняет привычный контекст функционирования традиционных библиотек и в частности архивов научных публикаций. Современные онлайн-средства создания мета-баз данных о новых электронных публикациях и других информационных ресурсах (типа RePEc) могут собирать обновления с большого количества сайтов-источников. Позитивным моментом этого является возможность оперативного доступа ко всем последним достижениям в заданной научной дисциплине. Негативный момент - нарастание интенсивности информационных потоков и как следствие - появление у пользователей проблемы информационного переполнения. В статье рассматривается возможность решения этой проблемы за счет конструирования онлайн-представителей (агентов) исследователя, берущих на себя часть работы по фильтрации входных информационных потоков и взаимодействия с аналогичными агентами другими исследователями. Важным элементом эффективного функционирования такого искусственно-созданного сообщества является конструкция среды их жизнедеятельности, возможная структура которой также обсуждается в статье.

## 2 Введение

Создание единого информационного пространства для онлайн-активных и географически распределенных групп людей, связанных определенными общими интересами, должно учитывать некоторые тенденции современного развития онлайн-ресурсов в сети Интернет: 1) децентрализация информационных источников, проявляющаяся в создании собственных онлайн-информационных ресурсов частными лицами и организациями

вместо использования уже имеющихся "чужих" ресурсов общего пользования; и 2) персонализация пользовательских сервисов, заключающаяся в разработке собственных средств для поиска и фильтрации информации для своих частных массивов данных.

В общем случае эти современные особенности развития Интернет-ресурсов создают определенные проблемы: 1) множество данных, интересующее, например, сообщество экономистов-исследователей, распределено среди большого количества серверов и имеет самый разнообразный формат и полноту представления, что затрудняет их сведение в общую базу данных в том виде, как они исходно представлены на веб; 2) администраторы отдельных веб-серверов часто создают высокоэффективные и удобные средства навигации и фильтрации данных, но эти сервисы, как правило, применимы только к ограниченному локальным массивам данных, хранящимся на этих серверах.

Международный проект RePEc [Т. Krichel и др.] направлен на создание единого информационного пространства для сообщества исследователей в области экономических наук. Благодаря реализации этого проекта экономисты-исследователи в настоящее время располагают уникальным онлайн-информационным ресурсом, который включает: 1) базу данных метаинформации, ежедневно обновляемой через сеть связанных между собой децентрализованных онлайн-источников информации по экономической дисциплине (электронные публикации, анонсы печатных изданий, персональные сведения исследователей и др., всего более 100 источников); 2) множество пользовательских интерфейсов к этой единой базе данных, создаваемых независимо на сайтах в разных странах (Канада, Великобритания, Япония, Россия и др.).

Для того чтобы это стало возможным, создан сетевой сервис и протоколы обмена данными, которые обеспечивают нормальную сборку метаинформации с распределенных на более чем 100 серверах во всем мире, содержащих данные по экономической дисциплине. Результатом этой сборки является база данных RePEc. Сетевые протоколы и их программные реализации открыты для свободного использования, что позволяет всем желающим исследователям и целым организациям открывать свои разделы в базе данных RePEc, а также создавать на

Первая Всероссийская научная конференция  
ЭЛЕКТРОННЫЕ БИБЛИОТЕКИ:  
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ,  
ЭЛЕКТРОННЫЕ КОЛЛЕКЦИИ  
19 - 21 октября 1999 г., Санкт-Петербург

своих серверах ее "зеркало" (как полностью, так и выборочно). Открыв на своем сервере "зеркало" базы данных RePEc, администратор может без ограничений создавать свои собственные онлайн-сервисы для обслуживания запросов пользователей (см. подробнее [T. Krichel и др.]).

База данных RePEc имеет достаточно большой общий объем документов (более 55 тыс. описаний электронных публикаций на август 1999 г.), а также все усиливающийся поток поступления в нее новых документов (каждый месяц в базе появляются несколько новых разделов). Созданные на нескольких "зеркалах" RePEc традиционные средства для упрощения работы пользователей с этой базой данных только частично решают проблему информационной ориентации пользователей в усиливающемся потоке сведений о результатах исследований и других сторонах деятельности международного сообщества исследователей по экономике.

Оценка ближайшей перспективы показывает, что расширение видов исследовательской деятельности, реализуемых онлайн, и как следствие усиливающаяся опасность информационного переполнения пользователей требуют новых идей для развития концепции единого информационного пространства, обслуживающего достаточно большое сообщество пользователей. В данном случае требуется разработки новых адекватных данным условиям методологических подходов (моделей поведения исследователей) и соответствующих технических средств поддержки (онлайн-сервисов), которые помогли бы снять проблему информационного переполнения, сохранив полную работоспособность членов сообщества в среде с интенсивными информационными обменами.

Проблема информационного переполнения в среде с интенсивными обменами и информационными потоками актуальна не только для онлайн-сообщества исследователей-экономистов. Одним из следствий тенденции к децентрализации информационных ресурсов является постепенное усиление онлайн-информационной активности всех членов сообщества. В этих условиях любой онлайн-сервис, обслуживающий потребности в обмене информацией между большим количеством людей, неизбежно должен проходить через "точку роста", в которой его привлекательность падает, т.к. пользователи начинают испытывать трудности информационного переполнения.

Применительно к сообществу экономистов-исследователей это проявляется в усилении их онлайн-активности, как в виде увеличения количества открываемых ими онлайн-ресурсов, так и в виде усиления интенсивности информационных обменов между ними. Все это должно привести к тому, что интенсивность входного потока информации отдельного исследователя будет превышать его возможности осмысленно реагировать на содержание этого потока. Без привлечения дополнительных технических средств, которые возьмут на себя часть нагрузки, исследователь в этих условиях должен был бы ограничивать количество партнеров, с которыми он мог бы поддерживать связи, и/или сужать тематику своих интересов.

Одно из направлений создания адекватных технических средств состоит в разработке концептуального и программного обеспечения, которое позволит исследователям настраивать активного информационного "робота" (программного агента) на свой профиль интересов и ориентировать его на выполнение ряда онлайн-видов деятельности, включая обмен информацией и другие

взаимодействия с аналогичными роботами других исследователей. В этом контексте выделяются два главные методологические подзадачи: 1) разработка концепции среды "жизнедеятельности" информационных роботов, которая позволяла бы им достаточно эффективно имитировать взаимодействия реальных пользователей и реализовывать свои функции; 2) разработка модели отдельного информационного робота, обладающего простотой в использовании, открытостью стандартов и расширяемостью для его дальнейшего децентрализованного развития пользователями. Для упрощения терминологии "информационный робот" в дальнейшем будет у нас называться как "и-робот".

Проблема построения и-роботов не нова и ей посвящено достаточно много как теоретических, так и прикладных работ. Обзор наиболее интересных из них представлен в следующем разделе. Однако тема среды "жизнедеятельности" и-роботов практически не разработана. Во втором разделе предложен подход к организации среды, которая позволяла бы и-роботам отдельных пользователей не только эффективно взаимодействовать между собой, но, и содержала бы в себе средства для поддержания процессов самоорганизации и эволюции сообщества. В третьем разделе приведено описание и-робота, структура которого соответствовала бы принципам организации среды "жизнедеятельности". В заключении сформулированы наиболее важные задачи для практической реализации данной концепции применительно к информационным потокам и информационным ресурсам базы данных по экономическим наукам RePEc.

### 3 Обзор близких работ

Тема нашего исследования является комплексной, объединяющей такие области как компьютерные науки, искусственный интеллект, имитация взаимодействий в социальных системах, агентный подход к моделированию социальных систем и другие. Центральными, для текущего этапа нашего исследования как раз и являются последние две области. Наш обзор основывается на материалах сайта, посвященного агентному моделированию социальных систем [Leigh Tesfatsion].

Одним из наиболее известных представителей информационных роботов являются так называемые веб-роботы (Web robots, Web wanderers, Crawlers, Spiders, и т.п.), которые исследуют информационные ресурсы Интернета в автоматическом режиме. Достаточно полный обзор по данной разновидности информационных роботов можно найти на [Web Robots Pages]. Наше исследование практически не затрагивает данную проблематику, т.к. нас интересуют в первую очередь вопросы взаимодействия информационных роботов друг с другом, в режиме имитации реальных взаимодействий людей.

#### 3.1 Общие вопросы имитации взаимодействий в социальных системах

Philip Agre предлагает общий методический подход к моделированию и анализу социальных систем на базе агентного подхода ("agent-based simulation"). Важной частью этой публикации является список вопросов, на которые необходимо ответить при конструировании сообщества активных агентов [Philip Agre]. При конструировании систем взаимодействующих агентов предлагается начать со следующих вопросов:

- "Что будут делать агенты в заданной внешней среде?"

- "При каких условиях они смогут реализовать свои цели или желательные взаимосвязи с другими вещами?"

- "При каком виде внешней среды это будет работать?"

- "Как частные аспекты внешней среды, такие как топография, изменчивость или действующие артефакты, воздействуют на частные типы возможностей агентов, чтобы преуспеть во взаимодействиях, имеющих определенные свойства?"

- "Какие формы взаимодействий требуются агентам для применения определенных элементов своей внутренней архитектуры, такой как память?"

- "Какие формы взаимодействия разрешают агентам освоение определенных знаний или навыков?"

В рамках проекта "Информация и координация экономической активности" [Werner Hildenbrand] обсуждаются, в том числе, темы обучения, эволюции и локальных взаимодействий активных агентов. В частности, обращается внимание на следующие важные для построения имитационных моделей социальных сообществ темы:

1. Партнерство для выживания (Partnership for Survival). Агенты могут вести себя более кооперативно, если их соседи могут погибнуть или исчезнуть при отсутствии их помощи.

2. Соседство и родство (Neighbourhood and Kinship). Агенты могут обучаться воспринимать соседей как своих родственников, когда модели поведения тиражируются через механизм имитации.

3. Оптимальная имитация при несовершенной информации (Optimal Imitation under Imperfect Information). Если агентам доступна только фрагментарная информация, то возникает необходимость в поиске оптимальных обучающих правил для агентов с ограниченной рациональностью.

4. Эволюция в сетях (Evolution in Networks), которая проявляется как конкуренция среди обучающих правил и ассимптотическое обучение.

5. Эволюция и выбор равновесия (Evolution and Equilibrium Selection). Возникают необходимость в предсказаниях результатов эволюционного обучения в социально-экономических сообществах реализуемых, например, с помощью игр на соглашение.

6. Эволюция социального страхования в социальных сетях (The Evolution of Social Insurance in Social Networks). Важно определить, как формируются и поддерживаются социальные сети, обеспечивают поддержку их участникам (денежную и в др. видах) во время кризисов.

7. Наказание и обман в координационных механизмах (Punishment and Cheating in Coordination Mechanisms). В качестве примера действия этого принципа проведен анализ биологической системы (возникающей, например, в муравейнике), которая использует "альтруистическую" модель координации.

8. Рыночные взаимодействия и поиск (Market Interaction and Searching). Этот механизм может быть задействован, если рыночная информация может быть использована для обучения агентов через их взаимодействия друг с другом.

9. Оптимизм и пессимизм (Optimism and Pessimism). Возможно влияние локально сформированного восприятия будущего на индивидуальное и агрегированное поведение, например, как процесс потребления.

Другая важная тема раскрывается на сайте "Агенты, изучающие агентов", где предлагаются ссылки на раз-

личные информационные ресурсы, посвященные анализу следующей ситуации: "что происходит, когда активные, целеустремленные, независимые программные агенты начинают изучать друг друга, особенно если они это делают для извлечения конкурентных преимуществ над другими агентами" [The Agents Learning About Agents].

Далее содержится обзор работ, в которых описаны попытки реализовать эти общие замечания об особенностях имитации взаимодействия агентов в социальных системах в виде конкретных процедур и моделей.

### 3.2 Примеры имитации социально-экономических систем

Сайт "Агентная электронная коммерция" [The Agent-Mediated Electronic Commerce - AmEC] посвящен тому, как "программные агентные технологии могут содействовать революции в электронной коммерции". На этом сайте обсуждаются следующие темы использования программных агентов: распределенное компонентное рыночное пространство (distributed component-based marketplaces), открытые и расширяемые языки и протоколы для поиска и идентификации товаров и услуг, дифференциация продавцов, сравнительный анализ продуктов, помощь в принятии решения о покупке, протоколы переговоров, визуализация рыночных данных и действий, а также темы доверия, репутации, безопасности, маркетинга, посредников и т.п. Вместе с тем, затрагиваются вопросы социально-экономических приложений следующего поколения агентных электронных систем для коммерции.

На другом сайте [Arie Segev and Carrie Beam] представлены исследования по компьютерной автоматизации переговорного процесса. Ниже приводятся некоторые наиболее интересные фрагменты с этого сайта:

- Полностью автоматизированные переговоры в электронной коммерции определены как процесс, благодаря которому две или более сторон торгуются по поводу ресурсов для получения взаимной выгоды, используя инструменты и технику электронной коммерции (в отличие от техники традиционных переговоров "лицом к лицу").

- В данном определении, процесс, в котором два лица используют электронную почту для обмена предложениями, не будет считаться полностью процессом автоматических электронных переговоров. Однако если это будет процесс, в котором два интеллектуальных программных агента вырабатывают решение в электронном виде и затем представляют его для исполнения, то такой процесс попадает под данное определение.

- Для электронных переговоров требуется сделать программных агентов, запрограммировать их на определенную переговорную стратегию, дать им переговорную информацию, разрешить им вырабатывать решение с людьми или другими компьютерными агентами и формулировать результат переговоров (который не обязательно должен утверждаться человеком).

- Целями создания автоматических переговорных систем для электронной коммерции являются: 1) возможность честных, точных и быстрых переговоров; 2) возможность использования достоинств Интернет технологий, таких как глобальный доступ, многостороннее участие, асинхронное сотрудничество, распределенное выполнение и компьютерные скорости.

В рамках исследования автоматизации переговорного процесса исследуются также следующие вопросы:

- Полуавтоматические или полностью автоматические переговоры;

- В большей степени конкурентные, чем кооперативные бизнес ситуации;
- Финальная часть осуществляется между двумя сторонами (хотя первоначально может быть вовлечено много сторон);
- Или бизнес-бизнес, или бизнес-потребитель переговоры;
- Переговоры между покупателем и продавцом (в меньшей степени - политические переговоры, переговоры по выработке расписаний, или других типов);
- Без учета фактора "тень будущего", который требует рассмотрения долговременных стратегических целей.

На веб сайте "Развитие искусственной моральной экологии" [Evolving Artificial Moral Ecologies - EAME] содержится описание моделей, которые включают явные моральные элементы. В этом случае могут быть исследованы вопросы "какие ресурсы будут истощаться эгоистичными агентами?", "будут ли альтруистично настроенные агенты что-то делать в связи с этим?", и др. На основе некоторых модельных конструкций исследуются вопросы рациональности, эволюции и моральности в приложении к популяциям агентов с варьирующимися этическими перспективами и различными локальными условиями.

На сайте "Коллективный разум" [Collective Intelligence - COIN] дано описание коллективного разума как большой мультиагентной системы, для которой справедливы следующие свойства: 1) незначительны или полностью отсутствуют централизованные коммуникации и контроль; 2) имеется "мировая функция полезности", которая ранжирует возможные истории развития системы. Данный исследовательский аппарат уже используется в приложениях для управления воздушным трафиком, для контроля за движением "роя" самолетов в воздухе и для коммуникаций среди множества процессоров в современном компьютере.

### 3.3 Ссылки на другие обзоры

Среди других ресурсов, посвященных теме информационных роботов можно отметить два сайта, которые содержат обширные подборки материалов по самым разнообразным аспектам:

- [BotSpot] - содержит главным образом технические материалы по информационным роботам (английский термин "bots" образован от слова "robots"), по интеллектуальным агентам, искусственному интеллекту в сети Интернет и др. Включает 14 баз данных по классификации информационных роботов и их применений, указатели на книги, статьи, электронные журналы и другие ресурсы по данной тематике.

- [MultiAgent systems] - содержит подборки концептуальных и методических материалов по самым различным темам, связанным с разработкой и использованием мультиагентных систем. Все материалы имеют показатель их рейтинга читаемости и оценки их качества.

## 4 Среда жизнедеятельности и-роботов

И-роботы неизбежно должны имитировать информационные взаимодействия людей, поскольку, фактически, являются их онлайн-представителями (агентами) в виртуальных пространствах компьютерных сетей. В связи с этим наше описание среды жизнедеятельности и самих роботов основывается на концепции информационных взаимодействий людей, разработанной исходно для

социально-экономических систем (см. подробнее о концепции [С. Паринов-2]). Мы считаем это допустимым, т.к. онлайн-общество исследователей-экономистов, которое является объектом нашего исследования, представляет собой типичную социальную систему.

На наш взгляд, в данный момент существует некоторая диспропорция между вниманием исследователей к конструкции и-робота и к структуре среды, в которой и-роботам приходится функционировать. Перекоп в интересах к проблеме дизайна отдельных и-роботов, по-видимому, можно объяснить тем, что тема их взаимодействия еще только начинает набирать актуальность. Среда жизнедеятельности, опосредующая взаимодействия и-роботов, является важным элементом общей системы функционирования этого искусственного сообщества. Особенности ее организации в значительной степени определяют, какие из сконструированных функций и-роботов смогут реализоваться и насколько это будет успешным. Эффективность организации среды жизнедеятельности ограничивает максимально возможный уровень эффективности функционирования самих и-роботов. Поэтому самые совершенные и-роботы не смогут реализовать заложенные в них возможности, если среда, создающая условия для их взаимодействия, не предоставляет необходимых условий.

Как свидетельствуют исследования взаимодействий людей в социальных системах (см. [С. Паринов-3]), сообщества всегда имеют явную или неявную систему правил поведения. В этих правилах, которые, по мнению исследователей, даются как бы самой природой, выделяют три основных класса: 1) правила, определяющие членство в группе; 2) правила для регулирования частного поведения индивида внутри группы; 3) правила для регулирования взаимосвязей между индивидами внутри группы. На наш взгляд, разработчики искусственных сообществ и-роботов должны взять на себя функцию природы и заложить в их среду жизнедеятельность такого рода правила. В данной работе мы рассматриваем возможные принципы организации и структуру среды жизнедеятельности, которые относятся, главным образом, к реализации двух последних классов правил поведения.

При анализе и конструировании социальных систем все большее распространение получает методика, основными действующими лицами которой являются некие активные элементы - "агенты", обладающие собственной моделью поведения. Вот, например, как определяется термин "активный агент" в инструкции к программному комплексу ТАО предназначенному для создания такого рода моделей (см. [Technology of Active Objects]): "Что такое "активный агент"? Это объект, который самостоятельно изменяет свое назначение [поведение] на основе анализа значений "видимых" им других объектов, своего предыдущего состояния и событий, поступающих из внешнего окружения. Внутри него [активного агента] локализованы не только правила изменения его значения, но и управление вызовом этих правил. ... Активный объект может "жить" во времени, иметь графический образ, реагировать на события, поступающие от датчиков, внешних программ или пользователя."

Основываясь на методике активных агентов, и с учетом положений концепции информационных взаимодействий в социальных системах, среда жизнедеятельности может быть описана как совместное функционирование следующих видов активных агентов (подробнее см. в [С. Паринов-2]):

- а) Исследователи должны иметь нечто общее, что

определяло бы их интерес друг к другу и необходимость организации взаимодействий между собой. Назовем этот фактор существованием подсистемы "технологических" или "рабочих" связей между исследователями, которая, с одной стороны, фиксирует текущее положение каждого отдельного исследователя в топологии сети связей, а с другой - позволяет исследователям оценить желаемое (более лучшее) положение в этой системе связей, достижение которого и является целью их деятельности.

б) "Технологическая" деятельность не может не регулироваться системой общепринятых для данного сообщества правил поведения. Назовем этот фактор существованием подсистемы "правил поведения" (в социальных науках это - "институциональная структура"), которая определяет рамки сообщества исследователей, общие параметры их самостоятельной активности и взаимодействия друг с другом. Исходя из общих соображений, можно предположить, что таких подсистем в реальном сообществе исследователей может существовать несколько. Отдельный исследователь может принадлежать нескольким таким подсистемам одновременно. С их помощью среди исследователей создаются "группы по интересам", которые могут иметь разный устав приема новых членов, разные правила регламентации их взаимодействий между собой, разные ценностные и целевые установки членов. Участие в такой "группе по интересам" требует от исследователя выполнения принятых в ней норм и правил.

в) Для того, чтобы работали предыдущие факторы, необходим механизм приведения участников сообщества во взаимодействие. Это осуществляется с помощью "коллективной модели среды", которая создается отображением информации о возможностях и намерениях каждого участника данной группы по интересам в общее информационное пространство группы. Коллективная модель среды позволяет организовать информационный обмен по принципу "все со всеми", аккумулировать предложения участников по изменению их текущей "технологической" активности, имитировать на информационном уровне различные возможные варианты изменения технологических связей между ними в целях выбора наиболее привлекательного для сообщества в текущих условиях.

г) Последний вид активного агента - сами и-роботы - непосредственные сетевые представители членов сообщества, которые, действуя в рамках правил поведения сообщества, взаимодействуют друг с другом через коллективную модель среды в целях максимизации отдачи от их "технологической" деятельности. Более подробно их структура рассматривается в следующем разделе.

Таким образом, среда жизнедеятельности включает помимо и-роботов еще три вида активных агентов. Поведение каждого из них влияет на функционирование остальных видов агентов, поскольку все они определенным образом взаимодействуют между собой. Каждый из видов активных агентов может быть представлен в описываемой нами общей схеме как небольшим количеством единиц (например, от одного до нескольких экземпляров технологических и институциональных подсистем), так и очень большим (например, и-роботы и их коллективные модели могут исчисляться десятками, сотнями и более единиц).

Для приложения этой схемы активных агентов к сообществу исследователей-экономистов необходимо уточнить содержание некоторых из описанных выше их видов.

#### 4.1 Подсистема технологических связей

В экономических системах содержание этого вида агента вполне прозрачно. Технологические связи, заданные системой общественного разделения труда, определяют, от кого человек получает ресурсы в процессе производства и кому передает их после своей переработки. Отдача человека от участия в системе разделения труда, в общем случае, тем выше, чем большее количество людей получают выигрыш от связей именно с ним, а не с другими потенциальными партнерами. Таким образом, целью человека в процессе производства является такое положение в системе общественного разделения труда, в котором он приносит максимально возможную выгоду остальным членам сообщества.

В научной сфере также существует своя "система разделения труда", которая проявляется в специализации исследователей по различным направлениям данной предметной области. Одни исследователи, основываясь на результатах предшественников, производят новые знания, которые в свою очередь используются другими исследователями и т.д. Здесь просматривается достаточно точная аналогия с технологической системой разделения труда в экономике. Возможно, не было бы большого преувеличения, если считать, что исследователь получает тем больший выигрыш от своей деятельности, чем большее количество членов сообщества используют (цитируют) его результаты в своей работе. Таким образом, целью деятельности исследователя можно считать достижения такого положения в системе научного разделения труда, в котором его результаты цитировались бы в максимально возможном количестве работ других исследователей.

Если мы ставим задачу сконструировать систему и-роботов для научного сообщества, то, следовательно, основной целью активности каждого отдельного и-робота является поиск максимально благоприятных мест в научной системе разделения труда для своего "хозяина" и пропаганда результатов "хозяина" среди исследователей, занимающихся близкой тематикой. Одновременная активность множества и-роботов в достижении подобной цели для всех членов некоего научного сообщества (например, исследователей-экономистов), должна породить стохастический по форме процесс формирования тематической структуры предметной области (или как ее еще называют "онтологии", см. [Tom Gruber]), а также должна произойти привязка к отдельным элементам онтологии иерархической структуры имен исследователей. Отдельный исследователь занимает тем более высокое место в онтологической иерархии, чем большее количество работ, выполненных в данном сообществе, используют (цитируют) его результаты.

В экономических науках онтология уже имеет визуальное представление в виде разнообразных тематических рубрикаторов и классификаторов. В настоящее время наиболее используемым в международном сообществе экономистов-исследователей является классификатор JEL, который разработан и поддерживается журналом *Journal of Economic Literature* (см. например [[http://www.ieie.nsc.ru/r-archive/by\\_JEL.html](http://www.ieie.nsc.ru/r-archive/by_JEL.html)]). Таким образом, практическая реализация конструкции активного агента вида "подсистема технологических связей" может основываться на этом классификаторе.

Резюмирую выше сказанное можно предположить, что основными рабочими функциями данного вида активного агента должно быть следующее: а) он хранит и визуализирует текущую конфигурацию онтологической

иерархии, как для просмотра исследователями в обычном режиме, так и для и-роботов; б) он осуществляет коррекцию и развитие базовой онтологии, а также связанной с ней иерархии имен исследователей, на основе результатов, получаемых от агента "коллективная модель среды" (см. ниже).

Необходимо также предусмотреть возможность исследователей создавать принципиально новые подсистемы технологических связей, которые могут предлагать сообществу исследователей новые принципы организации технологических связей и подсчета выигрыша сообщества от активности его членов. Таким образом, множество агентов одного вида конкурируют между собой за привлечения на свою "сторону" максимально большого количества членов сообщества.

## 4.2 Подсистема правил поведения

Активный агент данного вида является хранителем правил поведения, принятых в данном сообществе (группе по интересам). Как только к сообществу присоединяется новый исследователь, то его и-робот получает от этого агента модель своего поведения. И-роботы по заданию своих хозяев могут помещать в коллективную модель среды предложения по изменению текущей системы правил поведения.

Необходимо также предусмотреть возможность исследователей создавать принципиально новые подсистемы правил поведения, которые могут конкурировать в рамках коллективной модели среды друг с другом и с текущим вариантом правил. Однако в каждый данный момент реально действует только один агент данного вида. Всегда должна действовать одна подсистема правил поведения, тогда как, например, подсистем технологических связей может одновременно действовать несколько экземпляров. Текущая подсистема правил поведения может заменяться новым вариантом, только и если только агент "коллективная модель среды" дает такое указание.

## 4.3 Коллективная модель среды

И-роботы отдельных исследователей отслеживают упоминание-цитирование результатов или публикаций своих хозяев во входном потоке новых документов в базу RePec. На основе этих результатов они, например, в полуавтоматическом режиме формируют новую структуру онтологии и/или связанной с ней иерархии имен и помещают эти новые образы онтологии в коллективную модель среды как свои предложения по изменению существующей структуры онтологии. Данные предложения и-роботов могут содержать ссылки не только на достижения своих хозяев, но в общем случае, любого количества исследователей из данного сообщества. Все множество предложений может упорядочиваться в коллективной модели среды, например, по результатам "голосования" членов сообщества. При определенных условиях предложение, имеющее самый высокий рейтинг, считается принятым и передается агенту, отвечающему за онтологию, который и перестраивает на основе этой информации онтологическую иерархию.

По аналогичной схеме может быть организована процедура обсуждения и изменения текущего состояния агента "правила поведения".

## 5 Схема и-робота

Отдельный и-робот, на наш взгляд, должен состоять как минимум из двух главных подсистем: 1) подсистема его настройки пользователем на свой "профиль интересов", удобный интерфейс для задания моделей поведения и-робота, а также средства визуализации результатов его работы; 2) подсистема онлайн-исполнения директив пользователя, включая средства взаимодействия с сообществом и-роботов, принадлежащих другим исследователям, а также с другими видами активных агентов, создающими среду жизнедеятельности данного сообщества и-роботов в целом.

Концептуальная часть задачи создания и-робота состоит, прежде всего, в разработке и согласовании стандартов на функциональные возможности и-робота, а также разработка протоколов и механизмов их взаимодействия между собой (последнее относится к стандартам на среду жизнедеятельности). Этот этап необходим для обеспечения базовой сопоставимости и-роботов, которые могут независимо разрабатываться различными организациями.

Функциональная часть задачи - разработка минимального набора функций и-робота и определение протокола на дополнение базового списка новыми функциями без потери совместимости по пересекающимся позициям из данного списка.

В базовый набор функций может входить следующее: а) визуализация содержания входного информационного потока, включая фильтрацию входных потоков документов по заданному пользователем профилю интересов, отображение их в удобном виде (см. описание концепции веб-портала для базы данных RePec в [Т. Krichel и др.]); б) "общение" с агентом "коллективная модель среды", включая структурирование входного потока документов по заданному множеству "интересов" пользователя, в том числе, выработка предложений по привязке отдельных элементов входного потока информации к существующей онтологии и развитию базовой онтологии на основе расширения тематики входного потока документов, а также выработка предложений по изменению агента "правила поведения", и передача всех рекомендаций агенту "коллективная модель среды" (в общем случае, рекомендации могут самый широкий характер); в) прямое общение с и-роботами других исследователей, например, опрос и-роботов других исследователей для выполнения задания "хозяина" по сбору специфических данных; д) проведение "переговоров" с и-роботами других исследователей для подготовки и формирования предварительных соглашений между группой исследователей и др.

## 6 Заключение

Стремительное нарастание интенсивности входных информационных потоков в базе данных RePec, создаваемое расширяющейся онлайн-активностью международного сообщества экономистов-исследователей, является главным стимулом для поиска подходов к решению проблемы ожидаемого информационного переполнения. Требуется разработка программно-технических средств, которые в условиях быстрого нарастания количества участников общего информационного пространства и усиления средней информационной активности каждого из них в отдельности, позволили бы сохранить привычные для научных коллективов прямые и опера-

тивные взаимодействия в сообществе исследователей. В данном случае, главной задачей является создание программных агентов, которые могли бы взять на себя часть ежедневной работы исследователя по фильтрации входного потока информации, а также усилий по взаимодействию с научным сообществом, включающее информационные обмены с коллегами, предварительные согласования совместных действий и т.п.

Разработка таких программных агентов или и-роботов уже ведется, но в этой работе есть пробелы, связанные с вопросами взаимодействия большого количества и-роботов между собой, а также с организацией образа их искусственного сообщества, как среды для поддержания эффективной "жизнедеятельности" и-роботов.

Представляется, что среда жизнедеятельности и-роботов могла бы создаваться онлайн-активностью активных агентов определенного вида. В их число входят агенты, визуализирующие "технологические" связи между членами сообщества, эксплуатация которых является основной деятельностью исследователей во благо себя и сообщества в целом. Кроме этого в системе жизнедеятельности действуют агенты, обеспечивающие соблюдение правил поведения, а также другой вид агентов, создающих условия для непосредственного взаимодействия и-роботов (коллективная модель среды).

Одновременное функционирование агентов всех видов должно создать благоприятные условия для самоорганизации и развития онлайн-сообщества исследователей-экономистов в современных условиях нарастания информационного давления на каждого отдельного члена сообщества.

Базой для практического решения описанных выше задач являются следующие результаты и проекты:

1. Проект RePEc (Research Papers in Economics) - международная сеть архивов электронных документов в экономике, история которой начинается с 1993 г. К середине 1999 г. RePEc объединял более 100 независимых архивов, включающих более 13 тыс. загружаемых полнотекстовых файлов, более 55 тыс. описаний документов и более 10 тыс. журнальных статей. Весь массив данных структурирован по примерно 1000 тематическим сериям. Кроме этого данная сеть сайтов с электронными публикациями включает данные о более чем 4 тыс. академических организаций, проводящих исследования в экономике. Таким образом, в мета-базе данных RePEc объединено несколько видов информационных ресурсов (рабочие документы, опубликованные статьи, описание программного обеспечения, персональные данные и сведения об организациях). Долгосрочная цель RePEc - поддержание распределенной онлайн-базы данных, состоящей из связанных между собой электронных архивов и баз данных, принадлежащих разным организациям и покрывающей все аспекты академических исследований в экономике.

2. В рамках этого проекта российская группа разработчиков ведет продпроект RuPEc, в котором, в том числе, создаются современные онлайн-средства для визуализации содержания входных потоков документов в базу данных RePEc. Разрабатываемые как веб-портал публикаций по экономике, эти средства позволят проводить персонализацию общего интерфейса веб-портала, фильтрацию общего входного потока документов на основе профиля интересов пользователя и т.п.

3. Для анализа и синтеза текстов документов предполагается использовать системы AURA и AGILE, разработанные в РосНИИ Искусственного Интеллекта (РосНИИ

ИИ) Комитета РФ по связи и информатизации. Эти системы помогают осуществлять привязку текстов к онтологии экономической дисциплины, а также и обратную процедуру (развитие самой онтологии на основе расширения тематического содержания входного потока документов).

4. Программная реализация всех необходимых компонентов и-робота и среды его жизнедеятельности может быть эффективно поддержана "технологией активных объектов", разрабатываемой в РосНИИ ИИ и Институте Систем Информатики им. А.П.Ершова СО РАН.

## 7 Библиография

### Библиография

- [1] T. Krichel, В. Ляпунов, С. Паринов. *Онлайновые информационные ресурсы для исследователей по экономике: база данных RePEc и веб-портал RuPEc* [<http://www.ieie.nsc.ru/~parinov/papers/repec-rupec.htm>]
- [2] С. Паринов. *К построению теоретической модели сетевой экономики* [<http://www.ieie.nsc.ru/parinov/theory>]
- [3] С. Паринов. *Третья форма управления для сетевой экономики* [<http://www.ieie.nsc.ru/parinov/net-form.htm>]
- [4] Philip E. Agre. *Computational Research on Interaction and Agency* [<http://weber.ucsd.edu/~pagre/aij-intro.html>]
- [5] Peter Danielson. *Evolving Artificial Moral Ecologies* [<http://eame.ethics.ubc.ca/>]
- [6] Tom Gruber. *What is an Ontology?* [<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>]
- [7] Werner Hildenbrand. *Information and Coordination of Economic Activities* [<http://www.econ2.uni-bonn.de/sfb/Welcome.eng.html>]
- [8] Arie Segev and Carrie Beam. *Negotiation and Collaboration in Electronic Commerce* [<http://haas.berkeley.edu/~citm/nego-proj.html>]
- [9] Aaron Sloman. *The Cognition and Affect Project THE SIM\_AGENT TOOLKIT* [[http://www.cs.bham.ac.uk/~axs/cog\\_affect/sim\\_agent.html](http://www.cs.bham.ac.uk/~axs/cog_affect/sim_agent.html)]
- [10] Leigh Tesfatsion. *Pointers to ACE/CAS-Related Research Groups and Sites* [<http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/allist.htm>]
- [11] *Agents Learning about Agents* [<http://jmvidal.ece.sc.edu/alaa/>]
- [12] *BOTSPOT* [<http://www.botspot.com/>]
- [13] *COGNET, GINA and iGEN - The Cognitive Agent Software Toolkit* [<http://www.chiinc.com/ginahome.shtml>]
- [14] *Collective Intelligence* [<http://ic.arc.nasa.gov/ic/projects/collective-intelligence.html>]

- [15] *MultiAgent systems* [<http://multiagent.com/>]
- [16] *Technology of Active Objects (TAO)*  
[<http://www.rriai.org.ru/TAO/>]
- [17] *The AmEC Initiative*  
[<http://ecommerce.media.mit.edu/top.html>]
- [18] *The Web Robots Pages*  
[<http://info.webcrawler.com/mak/projects-/robots/robots.html>]