

УДК 004.7

EDN [IFPYNB](#)



## Проблема миграции услуг на основе мобильных агентов

**А.В. Горшков \***

Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им.  
М.А. Карцева, г. Москва, Российская Федерация

\*E-mail: [tel.79161653939@gmail.com](mailto:tel.79161653939@gmail.com)

**Аннотация.** Рассмотрена проблема миграции услуг на основе мобильных агентов. В системах, которые оказывают услуги в реальном масштабе времени, где показатель QoS крайне важен для пользователя, возникают ситуации перегрузки платформ, на которых функционирует информационное и программное обеспечение, оказывающее услуги. Поддержание QoS на требуемом уровне требует перемещения услуг между платформами, от перегруженных к недогруженным. Для эффективного решения задачи перемещения необходим набор методов и инструментов. Целью работы является создание методологии перемещения в реальном масштабе времени с поддержанием QoS на требуемом уровне. Статья содержит подход к перемещению с использованием мобильных агентов. Важно, что схема перемещения формируется не центром управления, а коллективное создание схемы перемещения посредством мобильных агентов. Такая коллективная работа порождает план перемещения, учитывая параметры надежности, безопасности и загрузки платформ. Важным условием является то, что при перемещении служб не произойдет никаких изменений у остальных агентов. Фактически такое перемещение агентов сохраняет не только параметры QoS, но и обеспечивает повышение отказоустойчивости всей системы. Таким образом, статья содержит подход к перемещению с использованием мобильных агентов в реальном масштабе времени с поддержанием QoS на требуемом уровне, обеспечивая повышение отказоустойчивости всей системы.

**Ключевые слова:** миграция услуг; кросс-платформенность; план совместной миграции; хост

## The problem of migration of services based on mobile agents

**A.V. Gorshkov\***

Research Institute of Computing Complexes named after M.A. Kartsev, Moscow,  
Russian Federation

\*E-mail: [tel.79161653939@gmail.com](mailto:tel.79161653939@gmail.com)

**Abstract.** The problem of migration of services based on mobile agents is considered. In systems that provide services in real time, where the QoS indicator is extremely important for the user, there are situations of overload of the platforms on which the information and software that provides services functions. Maintaining QoS at the required level requires moving services between platforms, from overloaded to underloaded. A set of methods and tools is needed to effectively solve the problem of moving. The aim of the work is to create a methodology for real-time movement with QoS maintenance at the required level. The article contains an approach to moving using mobile agents. It is important that the movement scheme is not formed by the control center, but by the collective creation of a movement scheme through mobile agents. Such teamwork generates a relocation plan, taking into account the parameters of reliability, security and workload of the platforms. An important condition is that when moving services, no changes will occur for the remaining agents. In fact, this movement of agents preserves not only the QoS parameters, but also provides increased fault tolerance of the entire system. Thus, the article contains an approach to moving using mobile agents in real time with maintaining QoS at the required level, providing increased fault tolerance of the entire system.

**Keywords:** migration of services; cross-platform; joint migration plan; host.

## 1. Введение

Учитывая растущую сложность и динамичность сервис-ориентированных систем, обеспечение доступности услуг, несмотря на вредоносные атаки или системные сбои, является сложной задачей. В приложениях, где доступность услуг имеет решающее значение, стратегическая миграция служб, зависящих от времени, с их текущих платформ на другие платформы является жизнеспособным решением, позволяющим обеспечить непрерывное предоставление этих услуг на новых платформах. Миграция служб требует специальной инфраструктуры и механизмов для перемещения сервисных программ и данных с одной платформы на другую. Разработка эффективной схемы миграции с необходимой системной поддержкой важна для обеспечения гарантированной миграции услуг.

## 2. Состояние проблемы

Были проведены интенсивные исследования по миграции процессов, задач и услуг для нескольких целей, включая высокую производительность [6], отказоустойчивость [4], адаптивность системы и гибкость ресурсов [5], безопасность и живучесть [3]. Однако миграция услуг на основе мобильных агентов является перспективной областью исследований. Агенты — это автономные и социальные программные объекты, используемые для разработки сложных приложений, предоставляющих услуги пользователям [1]. Идея, лежащая в основе концепции “агента”, заключается в активном и автономном модуле, который может сотрудничать и/или конкурировать с другими модулями/агентами и окружающей средой [2].

## 3. Миграция услуг на основе мобильных агентов

В этом разделе обсуждаются детали схемы миграции услуг на основе мобильных агентов. Миграция мобильного агента начинается с уведомления EMS о серьезном повреждении платформы, на которой в настоящее время работает агент, или обнаружении того, что текущая платформа не может предоставлять желаемые услуги. Затем агент должен решить, на какие возможные платформы следует перейти. Учитывая взаимодействие и функциональную зависимость между несколькими агентами, работающими над одной и той же задачей или сотрудничающими друг с другом, группе агентов необходимо составить план совместной миграции. В следующих разделах обсуждаются принятие решений о миграции мобильных агентов и диспетчеризацию агентов.

Решение агента о переходе на другую, более безопасную и надежную платформу основано на двух важных факторах.

Первый из них — это ощущение агентом необходимости миграции. Если текущая платформа была серьезно повреждена, и атака может привести к разрушению других ресурсов на платформе, агент должен перейти на другую платформу. Таким образом, агент может минимизировать любые потенциальные потери и постоянно предоставлять пользователям высококачественные услуги.

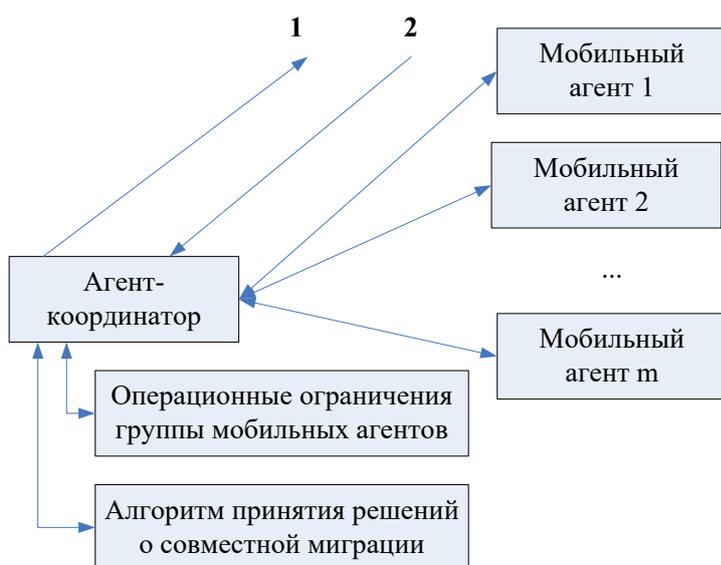
Еще одним важным фактором для принятия решения о переносе агента является доступность платформ, которые могут предоставить необходимые агенту ресурсы. Агент ищет и идентифицирует те платформы (через службу управления правами), которые удовлетворяют его функциональным требованиям и требованиям к качеству. Затем он решает, на какие платформы он может перейти. Это называется локальным решением о миграции, поскольку решение принимается одним агентом на основе его локальной информации. Тем не менее, ресурсы, требуемые агентом, должны указывать типы ресурсов и соответствующие требования к качеству. Результатом решения о локальной миграции является список упорядоченных платформ (с точки зрения желаемых предпочтений), на которые агент может перейти.

После того, как каждый отдельный агент примет решение о локальной миграции, группа агентов примет совместное решение о миграции в отношении окончательного плана миграции. Групповое решение необходимо из-за взаимозависимости, сотрудничества и даже отношений исключения между одноранговыми агентами в группе для предоставления пользовательских услуг. Например, один агент может функционально зависеть от других агентов (отношение "зависит от").

Группе агентов может потребоваться работать на одной платформе (связь атомарности) по таким причинам, как совместное использование общих ресурсов, тесное взаимодействие друг с другом, выполнение набора групповых действий или выполнение определенных общих операций по обеспечению безопасности и конфиденциальности. Некоторые агенты даже имеют отношения взаимного исключения по таким причинам, как разделение обязанностей, функциональная и социальная изоляция или просто организационная политика; поэтому они не должны мигрировать на одну и ту же платформу. В предложенной схеме принятия решений эти и другие виды операционных отношений агентов представлены в виде набора ограничений, которые не должны нарушаться окончательным планом миграции для группы агентов. Совместное принятие

решений о миграции заключается в определении такого окончательного плана миграции для каждого агента в группе.

Технически совместное принятие решений о миграции может осуществляться полностью распределенным образом между всеми участвующими агентами. Однако, учитывая срочность переноса службы для этих приложений, зависящих от времени, в случаях кибератак или сбоев системы, распределенная модель одноранговой сети может быть недостаточно быстрой, чтобы удовлетворить требование о чувствительности службы ко времени миграции. Поэтому предлагается локально централизованная модель принятия решений о миграции агентов, в которой агент-координатор принимает комплексное решение для группы агентов. Модель локально централизована, поскольку в процессе принятия решений должна участвовать только локальная группа мобильных агентов. Агент-координатор избирается агентами группы. Как показано на рис. 1, после того, как каждый агент группы принимает решение о локальной миграции, он отправляет свой идентификатор и идентифицированный список платформ агенту-координатору. Затем агент-координатор включает в себя все решения отдельных агентов и пытается разработать план групповой миграции, который удовлетворяет всем правилам операционных ограничений для агентов в группе. Такой совместный процесс принятия решений необходим, поскольку ни один отдельный агент не обладает полной информацией о наборах платформ, на которые могут перейти другие агенты.



**Рисунок 1.** Принятие решений о совместной миграции мобильного агента с агентом-координатором: 1 – локальные сведения, требования и ограничения миграции (ID агента, множество платформ для миграции); 2 – конечный план миграции.

#### 4. Заключение

Настоящее исследование преследует цель, отличную от вышеуказанных исследовательских работ. В нем показано применение миграции мобильных агентов для обеспечения доступности услуг. Таким образом, работа сосредоточена на том, как мобильность агентов помогает динамически перемещать службы с текущих скомпрометированных платформ на другие корректные платформы, чтобы повысить доступность услуг. Она дополняет современные исследования в области использования мобильных агентов для повышения отказоустойчивости системы.

#### Список литературы

1. Aglet user manual. <http://aglets.sourceforge.net/>.
2. Aglets. <http://en.wikipedia.org/wiki/Aglets> (2022).
3. Choi, B.K. Fast software component migration for applications survivability in distributed real-time systems / B.K. Choi, S. Rho, R. Bettati // Proc. of 7th IEEE Int. Symp. on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing, Vienna, Austria. – 2004. – P. 269-276.
4. Engelmann, C. Proactive fault tolerance Using preemptive migration / C. Engelmann, G.R. Vallee, T. Naughton, S.L. Scott // Proc. of 17th Euromicro Int. Conf. on Parallel, Distributed and Network-based Processing. – 2009. – P. 252-257.
5. Fu, S. Service migration in distributed virtual machines for adaptive grid computing / S. Fu, C. Xu // Int. Conf. on Parallel Processing. – 2005. – P. 358-365.
6. Wang, C. Proactive process-level live migration in HPC environments / C. Wang, F. Mueller, C. Engelmann, S.L. Scott // Proc. of the IEEE/ACM Int. Conf. on High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, Austin, TX, USA. – 2008. – P. 1-12.