



P2P — по секрету всему свету... О пиринговых сетях

Дмитрий ЛАНДЭ

Как это часто бывает, все началось с попытки обойти Закон. У некоторых людей появилось желание обмениваться через Интернет представленными в электронной форме и защищенными авторскими правами произведениями.

Логика таких действий вполне понятна. Допустим, Айван купил в магазине книгу. Авторские права не нарушены. Айван прочитал книгу и дал ее почитать Питеру. Питер книгу не покупал, автору не досталась его часть авторского вознаграждения. Питер прочитал книгу, воспринял информацию. Нарушил ли он Закон? Пожалуй, нет. Питер передал книгу Стивену, который, в свою

личие от централизованных. Аналог централизованной сети — публичная библиотека. Айван, Питер и Стивен пошли в публичную библиотеку и прочитали выбранные книги, восприняли информацию. Нарушает ли библиотека авторское право? Вопрос не риторический, а очень даже актуальный, широко обсуждаемый общественностью. Что бы ни говорил Закон, какие бы поправки не вносились, история человеческой цивилизации говорит о том, что библиотеки — это благо.

А теперь допустим, что собрались не три и не тридцать, а три миллиона друзей и обмениваются книгами. Где грань, скольким друзьям можно ими

(читайте: «серверы») произведений, защищенных авторским правом, — вне Закона. Сервер имеет владельца, его можно легко выявить, а сервер закрыть.

Многие помнят историю сетевой службы Napster, глобальной файловой биржи конца двадцатого века. В июне 2000 года было вынесено судебное постановление о ее закрытии, к этому времени Napster пользовались 40 млн. пользователей. Служба Napster была централизованной — она требовала наличия центрального сервера, который обеспечивал функционирование всей системы в целом. При этом революционность системы как раз и заключалась в элементах децентрализации, ее пользователи могли общаться друг с другом напрямую, предоставляя для скачивания свои файлы.

Для обхода Закона, учитывая грустную историю службы Napster, стали разрабатывать файлообменные сети с высокой степенью децентрализации. Конечно, за такую возможность пришлось платить функциональностью.

Именно о таких системах будет идти речь ниже, однако не столько о тех аспектах, которые до сих пор представляются нелегальными, а о возможностях, которые оказались вполне законными и широко востребованными. Наряду с некоторыми недостатками децентрализованного подхода к организации информационных сетей обнаружилось такие преимущества, которые обусловили их широкое применение в обороне, государственном управлении, науке и бизнесе.

Пиринговые сети (от англ. peer-to-peer, P2P — один на один) — компьютерные сети, основанные на равноправии участников. В таких сетях отсутствуют выделенные серверы, а каждый узел (peer) является как клиентом, так и сервером. На практике пиринговые сети состоят из узлов, каждый из которых взаимодействует лишь с некоторым подмножеством других узлов.

очередь, передал другую, легально купленную книгу, Айвану. Три товарища, как говорят полицейские — три фигуранта, однако нарушений вроде бы нет.

Допустим, друзей не три, а тридцать. Нарушен ли Закон? Каждый автор недополучает двадцать девять вознаграждений. Формируется некая сетевая структура, где каждый связан с каждым, без выделенного центра. В технике такие сети называются децентрализованными, в от-

обмениваться законно, а скольким нельзя? И почему только книгами, как никак XXI век на дворе... Книги переводятся в электронный вид (и этот процесс, по-видимому, необратим), появляются аудиокниги, фильмы в современных компактных форматах, мультимедийные энциклопедии, да и прочие программы, включая дистрибутивы операционных систем.

Во многих странах сегодня пришли к заключению — публичные централизованные электронные библиотеки

Итак, речь пойдет о децентрализованных или пиринговых сетях (от англ. peer-to-peer, P2P — один на один) — компьютерных сетях, основанных на равноправии участников. В таких сетях отсутствуют выделенные серверы, а каждый узел (peer) является как клиентом, так и сервером. На практике пиринговые сети состоят из узлов, каждый из которых взаимодействует лишь с некоторым подмножеством других узлов (из-за ограниченности ресурсов). В отличие от архитектуры «клиент–сервер» такая организация позволяет сохранять работоспособность сети при любом количестве и любом сочетании доступных узлов.

Сегодня пиринговые сети настолько развились, что WWW уже не является самой крупной информационной сетью по ресурсам и порождаемому интернет-трафику. Известно, что трафик, объем информационных ресурсов (в байтах), количество узлов пиринговых сетей, если их рассматривать в совокупности, ничем не уступают сети WWW. Более того, трафик пиринговых сетей составляет 70% всего интернет-трафика (рис. 1)! При этом можно отметить два очень важных аспекта: во-первых, о пиринговых сетях очень мало пишут в научной литературе, а во-вторых, проблемы поиска и уязвимости пиринговых сетей, как крупнейшего «белого пятна» современных коммуникаций, пока остаются открытыми.

«Клиент-сервер» и P2P

Централизованная архитектура «клиент-сервер» подразумевает, что сеть зависит от центральных узлов (серверов), обеспечивающих подключенные к сети терминалы (т.е. клиентов) необходимыми сервисами. В этой архитектуре ключевая роль отводится серверам, которые определяют сеть независимо от наличия клиентов. Очевидно, что рост количества клиентов сети типа «клиент–сервер» приводит к росту нагрузок на серверную часть. Таким образом, на определенном уровне развития сети она может оказаться перегруженной.

Архитектура P2P, как и «клиент–сервер», также является распределенной. Отличительная черта P2P заключается в том, что это децентрализованная архитектура, где не существует понятий «клиент» и «сервер». Каждый

Трафик пиринговых сетей составляет 70% всего интернет-трафика.

объект в сети (равноправный узел) имеет одинаковый статус, который позволяет выполнять как функции клиента, так и сервера. Несмотря на то, что все узлы имеют одинаковый статус, реальные возможности их могут существенно различаться. Достаточно часто пиринговые сети дополняются выделенными серверами, несущими организационные функции, например авторизацию.

Децентрализованная пиринговая сеть, в отличие от централизованной, становится более производительной при увеличении количества узлов, подключенных к ней. Действительно, каждый узел добавляет в сеть P2P свои ресурсы (дисковое пространство и вычислительные возможности), в результате суммарные ресурсы сети увеличиваются.

Области применения

Существует несколько областей применения пиринговых сетей, объясняющих их растущую популярность. Назовем некоторые из них.

- *Обмен файлами.* P2P выступают альтернативой FTP-архивам, которые утрачивают перспективу ввиду значительных информационных перегрузок.
- *Распределенные вычисления.* Например, такой P2P-проект, как

SETI@HOME (распределенный поиск внеземных цивилизаций) продемонстрировал огромный вычислительный потенциал для распараллеливаемых задач. В настоящий момент в нем принима-

ют участие свыше трех миллионов пользователей на бесплатной основе.

- *Обмен сообщениями.* Как известно, ICQ – это P2P-проект.
- *Интернет-телефония.*
- *Групповая работа.* Сегодня реализованы такие сети групповой работы, как Groove Network (защищенное пространство для коммуникаций) и OpenCola (поиск информации и обмен ссылками).

Существует много областей, где успешно применяется P2P-технология, например, параллельное программирование, кэширование данных, резервное копирование данных.

Общеизвестно, что система доменных имен (DNS) в сети Интернет также фактически является сетью обмена данными, построенной по принципу P2P.

Самой популярной службой интернет-телефонии является Skype (www.skype.com), созданная в 2003 году шведом Никласом Зеннстромом и датчанином Янусом Фриисом, авторами известной пиринговой сети KaZaA. Построенная в архитектуре P2P служба Skype сегодня охватывает свыше 10 млн. пользователей. В настоящее время Skype принадлежит интернет-аукциону eBay, который приобрел ее за 2,5 млрд. долларов.

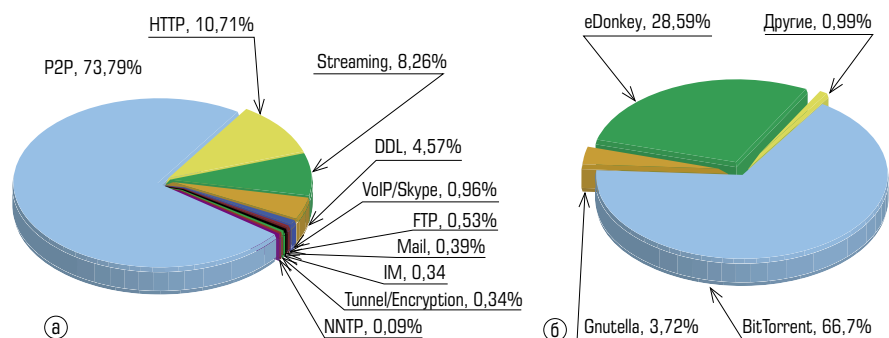


Рис. 1. Распределение трафика Интернет по протоколам (а) и между P2P-сетями (б) (данные по Германии, 2007 г.)

запрос, передаваемый от узла всей сети. В частности, актуальна задача — уменьшение сетевого трафика, порождаемого запросом (например, пересылки запроса по многочисленным узлам), и в то же время получение наилучших характеристик выдаваемых документов, т.е. наиболее качественного результата.

Следует отметить, что, в отличие от централизованных систем, организация эффективного поиска в пиринговых сетях — открытая исследовательская проблема.

В большинстве пиринговых сетей, ориентированных на обмен файлами, используется два вида сущностей, которым приписываются соответствующие идентификаторы (ID): узлы (peer) и ресурсы, характеризующиеся ключами (key), т.е. сеть может быть представлена двумерной матрицей размерности MN , где M — количество узлов, N — количество ресурсов. В данном случае задача поиска сводится к нахождению ID узла, на котором хранится ключ ресурса. На **рис. 2** представлен процесс поиска ресурса с ключом 14, запускаемый с узла ID0.

В данном случае с узла ID0 запускается поиск ресурса с ключом 14. Запрос проходит определенный маршрут и достигает узла, на котором находится ключ 14. Далее узел ID14 пересылает на ID0 адреса всех узлов, обладающих ресурсом, соответствующим ключу 14.

Рассмотрим некоторые алгоритмы поиска в пиринговых сетях, ограничившись основными методами поиска по ключевым словам.

Метод широкого первичного поиска

Метод широкого первичного поиска (Breadth First Search, BFS) широко используется в реальных файлообменных сетях P2P, таких как, например, Gnutella. Метод BFS (**рис. 3а**) в сети P2P размерности N реализуется следующим образом. Узел q генерирует запрос, который адресуется ко всем соседям (ближайшим, по некоторым критериям, узлам). Когда узел p получает за-

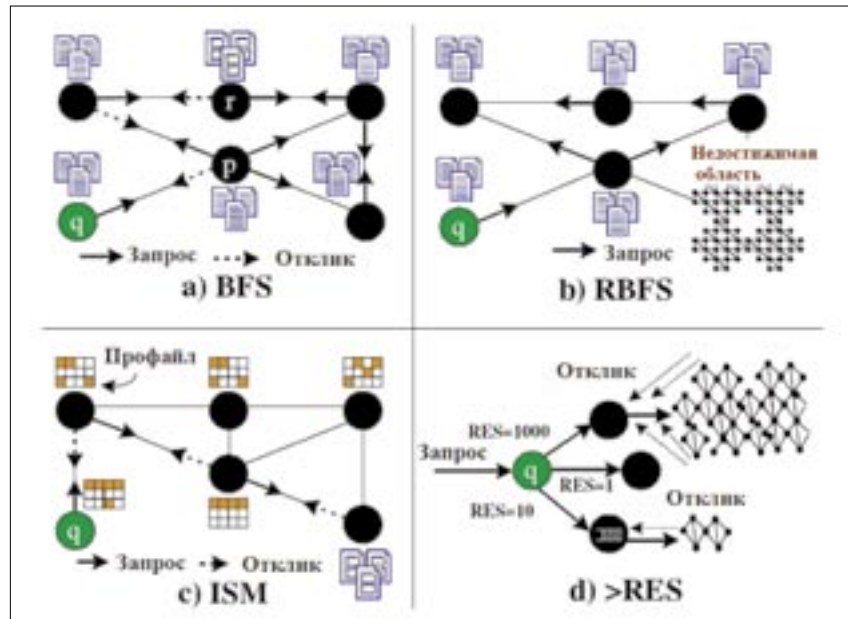


Рис. 3. Некоторые модели поиска в пиринговых сетях

прос, выполняется поиск в ее локальном индексе. Если некоторый узел r принимает запрос (Query) и обрабатывает его, то он генерирует сообщение QueryHit, чтобы возвратить результат. Сообщение QueryHit включает информацию о релевантных документах, которая доставляется по сети запрашивающему узлу.

Когда узел q получает QueryHits от более чем одного узла, он может загрузить файл с наиболее доступного ресурса. Сообщения QueryHit возвращаются тем же путем, что и первичный запрос.

В BFS каждый запрос вызывает чрезмерную нагрузку сети, так как он передается по всем связям (в том числе и узлам с высоким временем ожидания). Поэтому узел с низкой пропускной способностью может стать узким местом. Однако есть метод, позволяющий избежать перегрузки всей сети сообщениями. Он заключается в приписывании каждому запросу параметра времени жизни (time-to-level, TTL). Параметр TTL определяет максимальное число переходов, по которому можно переслать запрос.

При типичном поиске начальное значение для TTL составляет обычно 5–7, которое уменьшается каждый раз, когда запрос пересылается на очередной узел. Когда TTL становится равным 0, сообщение больше не передается. BFS гарантирует высокий

уровень качества совпадений за счет большого числа сообщений.

Метод случайного широкого первичного поиска

Метод случайного широкого первичного поиска (Random Breadth First Search, RBFS) был предложен как улучшение «наивного» подхода BFS. В методе RBFS (**рис. 3б**) узел q пересылает поисковое предписание только части узлов сети, выбранных в случайном порядке. Какая именно часть узлов — это параметр метода RBFS. Преимущество RBFS заключается в том, что не требуется глобальной информации о состоянии контента сети; узел может получать локальные решения так быстро, как это потребуется. С другой стороны, этот метод вероятностный. Поэтому некоторые большие сегменты сети могут оказаться недостижимыми (unreachable).

Интеллектуальный поисковый механизм

Интеллектуальный поисковый механизм (Intelligent Search Mechanism, ISM) — новый метод поиска в сетях P2P (**рис. 3с**). С его помощью достигается улучшение скорости и эффективности поиска информации за счет минимизации затрат на связи, то есть на число сообщений, передающихся между узлами,

и минимизации количества узлов, которые опрашиваются для каждого поискового запроса. Чтобы достичь этого, для каждого запроса выбираются лишь те узлы, которые наиболее соответствуют данному запросу.

Механизм интеллектуального поиска состоит из двух компонентов:

- *Профайла, который узел q строит* для каждого из соседних узлов. Профайл содержит последние ответы каждого узла.
- *Механизма ранжирования профайлов узлов* (ранга релевантности). Ранг релевантности используется, чтобы выбрать соседей, которые будут давать наиболее релевантные документы на запрос.

Механизм профайлов служит для того, чтобы сохранять последние запросы, а также количественные характеристике результатов поиска. При реализации модели ISM используется единый стек запросов, в котором сохраняется по T запросов для q соседних узлов. Как только стек заполняется, узел прибегает к правилу замены «последнего наименее используемого» для сохранения последних запросов.

Метод ISM эффективно работает в сетях, где узлы содержат некоторые специализированные сведения. В частности, исследование сети Gnutella показывает, что качество поиска очень зависит от «окружения» узла, с которого поступает запрос. Еще одна проблема в методе ISM состоит в том, что поисковые сообщения могут заикливиться, не в состоянии достичь некоторых частей сети. Чтобы разрешить эту проблему, обычно выбирается небольшое случайное подмножество узлов, которое добавляется к набору релевантных узлов для каждого запроса. В результате механизм ISM стал охватывать большую часть сети.

Метод «большинства результатов по прошлой эвристике»

В методе «большинства результатов по прошлой эвристике» (>RES)

каждый узел пересылает запрос подмножеству своих узлов, образованному на основании некоторой обобщенной статистики (рис. 3d).

Запрос в методе >RES является удовлетворительным, если выдается Z или больше результатов (Z — некоторая постоянная). В методе >RES узел q пересылает запросы к k узлам, выдавшим наибольшие результаты для последних m запросов. В экспериментах k изменялось от 1 до 10, и таким путем метод >RES варьировался от BFS до подхода глубинного первичного поиска (Depth-first-search).

Метод >RES подобен методу ISM, который рассматривался ранее, но использует более простую информацию об узлах. Его главный недостаток по сравнению с ISM — отсутствие анализа параметров узлов, содержание которых связано с запросом. Поэтому метод >RES характеризуется скорее как количественный, а не качественный подход. Из опыта известно, что >RES хорош тем, что он маршрутизирует запросы в большие сегменты сети (которые, возможно, также содержат более релевантные ответы). Он также захватывает соседей, которые менее перегружены, начиная с тех, которые обычно возвращают больше результатов.

Метод случайных блужданий

Ключевая идея метода случайных блужданий (Random Walkers algorithm, RWA) заключается в том, что каждый узел случайным образом пересылает сообщение с запросом, именуемое «посылкой», одному из своих соседних узлов. Чтобы сократить время, необходимое для получения результатов, идея одной «посылки» расширена до « k посылок», где k — число независимых посылок, последовательно запущенных от исходного узла.

Ожидается, что « k посылок» после T шагов достигнет тех же результатов, что и одна посылка за kT шагов. Этот алгоритм напоминает метод RBFS, но в RBFS предполагается экспоненциальное увеличение

пересылаемых сообщений, а в методе случайных блужданий — линейное. Оба метода — и RBFS, и RWA — не используют никаких явных правил, чтобы адресовать поисковый запрос к наиболее релевантному содержанию.

Еще одной методикой, подобной RWA, является адаптивный вероятностный поиск (Adaptive Probabilistic Search, APS). В APS каждый узел развешивает локальный индекс, содержащий значения условных вероятностей для каждого соседа, который может быть выбран для следующего перехода для будущего запроса. Главное отличие от RWA в данном случае — это то, что в APS узел использует обратную связь от предыдущих поисков вместо полностью случайных переходов.

Примеры файлообменных пиринговых сетей

Отдельного рассмотрения заслуживают файлообменные P2P-сети, которые охватывают в настоящее время свыше 150 млн. узлов. Рассмотрим наиболее популярные в настоящее время пиринговые сети, такие как Bittorrent, Gnutella2 и eDonkey2000.



Сеть *BitTorrent* (битовый поток) была создана в 2001 году. В соответствии с протоколом BitTorrent файлы передаются не целиком, а частями, причем каждый клиент, закачивая эти части, в это же время отдает их другим клиентам, что снижает нагрузку и зависимость от каждого клиента-источника и обеспечивает избыточность данных. С целью инициализации узла в сети Bittorrent (www.bittorrent.com) клиентская программа обращается к выделенному серверу (tracker), предоставляющему информацию о файлах, доступных для копирования, а также статистическую и маршрутную информацию об узлах сети. Сервер и после инициализации «помогает» узлам взаимодействовать

друг с другом, хотя последние версии клиентских программ требуют наличия сервера только на стадии инициализации, приближаясь к идеалу концепции peer-to-peer.

Если узел «хочет» опубликовать файл, то программа разделяет этот файл на части и создает файл метаданных (torrent file) с информацией о частях файла, их местонахождении и узле, который будет поддерживать распространение этого файла.

Существует множество совместимых программ-клиентов, написанных для различных компьютерных платформ. Наиболее распространенные клиентские программы — Azureus, BitTorrent_client, µTorrent, BitSpirit, BitComet, BitTornado, MLDonkey.



В 2000 году была создана одна из первых пиринговых сетей **Gnutella** (www.gnutella.com), алгоритм которой в настоящее время усовершенствован. Сегодня популярность завоевала более поздняя ветвь этой сети — **Gnutella2** (www.gnutella2.com), созданная три года спустя, в 2003-м, которая реализует открытый файлообменный P2P-протокол, используемый программой Shareaza.

В соответствии с протоколом Gnutella2 некоторые узлы становятся концентраторами, остальные же являются обычными узлами (leaves). Каждый обычный узел имеет соединение с одним-двумя концентраторами. Gnutella2 реализует информационный поиск с помощью метода блужданий. В соответствии с этим протоколом у концентратора есть связь с сотнями узлов и десятки соединений с другими концентраторами. Каждый узел пересылает концентратору список идентификаторов ключевых слов, по которым могут быть найдены публикуемые ресурсы. Для улучшения качества поиска используются также метаданные файлов — информация о содержании, рейтинги. Допускается возможность «размножения» инфор-

мации о файле в сети без копирования самого файла.

Для передаваемых пакетов в сети разработан собственный формат, реализующий возможность наращивания функциональности сети путем добавления дополнительной служебной информации. Запросы и списки ID ключевых слов в Gnutella2 пересылаются на концентраторы по UDP.

Наиболее распространенные программы для Gnutella2 — это Shareaza, Kiwi, Alpha, Morpheus, Gnucleus, Adagio Pocket G2, FileScope, iMesh, MLDonkey.



Сеть **eDonkey2000** была создана также в 2000 году. Информация о наличии файлов в ней публикуется клиентом на многочисленных серверах в виде ed2k-ссылок, использующих уникальный ID ресурса. Поиск узлов и информации в eDonkey2000 обеспечивают выделенные серверы. В настоящее время в сети существует около 200 серверов и порядка миллиарда файлов. Число пользователей eDonkey2000 составляет 10 млн. человек.

При работе каждый клиент eDonkey2000 связан с одним из серверов. Клиент сообщает серверу, какие файлы он предоставляет в общий доступ. Каждый сервер поддерживает список всех общих файлов клиентов, подключенных к нему. Когда клиент что-то ищет, он посылает поисковый запрос своему основному серверу. В ответ сервер проверяет все файлы, которые ему известны, и возвращает клиенту список файлов, удовлетворяющих его запросу. Возможен поиск по нескольким серверам сразу. Такие запросы и их результаты передаются через протокол UDP, чтобы уменьшить загрузку канала и количество подключений к серверам. Эта функция особенно полезна, если по-

иск на сервере, к которому клиент подключен в настоящее время, дает низкий результат.

Когда клиент сети eDonkey2000 копирует желаемый ресурс, он делает это одновременно из нескольких источников с помощью протокола MFTP (Multisource File Transfer Protocol).

С 2004 года в состав сети eDonkey2000 интегрирована сеть **Overnet** (www.overnet.com) — полностью децентрализованная система, позволяющая осуществлять взаимодействие между узлами без «привязки» к серверам, для чего используется DHT-протокол Kademlia. Такая интеграция разных сетей и дополнительная верификация способствовали большему развитию сети eDonkey2000.

Самой популярной для сети eDonkey2000 клиентской программой с закрытым кодом является программа eDonkey, однако существует и клиент с открытым программным кодом — eMule, который, помимо сети eDonkey2000, может задействовать еще одну сеть P2P — Kad Network.

Уязвимости пиринговых сетей

Следует признать, что помимо названных выше преимуществ пиринговых сетей им присущ также ряд недостатков.

Первая группа недостатков связана со сложностью управления такими сетями, по сравнению с клиент-серверными системами, если их использовать в автоматизированных системах управления. В случае применения сети типа P2P приходится направлять значительные усилия на поддержку стабильного уровня ее производительности, резервное копирование данных, антивирусную защиту, защиту от информационного шума и других злонамеренных действий пользователей.

Следует отметить, что пиринговые сети время от времени подвергаются вирусным атакам, начало которым в 2002 году положил сетевой червь Worm.Kazaa.Benjamin, распространяющийся по пиринговой сети KaZaA.

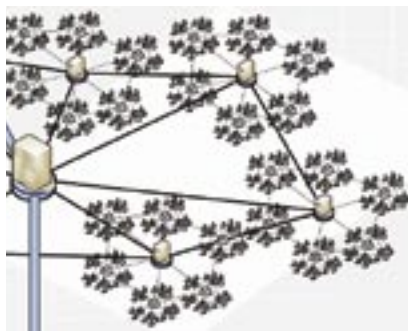


Рис. 4. Гибридная пиринговая сеть с выделенными серверами

Еще одна проблема P2P-сетей связана с качеством и достоверностью предоставляемого контента. Серьезной проблемой является

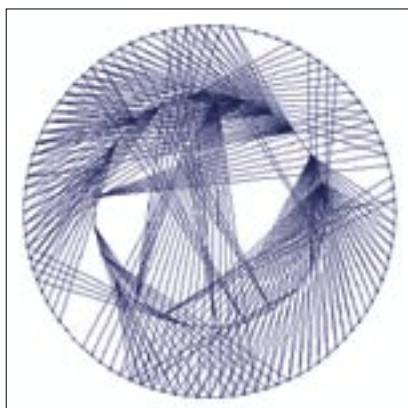
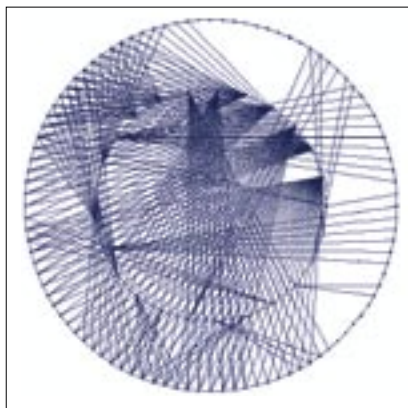
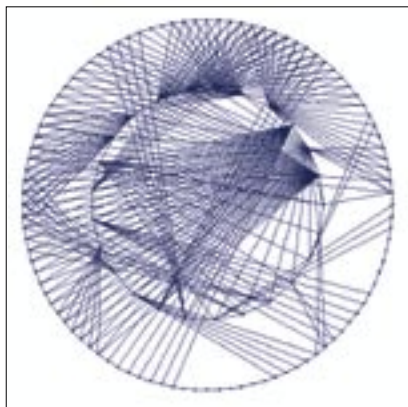


Рис. 5. Примеры реализации модели пиринговой сети

фальсификация файлов и распространение фальшивых ресурсов.

Кроме того, защита распределенной сети от хакерских атак, вирусов и троянских коней является очень сложной задачей. Зачастую информация с данными об участниках P2P-сетей хранится в открытом виде, доступном для перехвата. Серьезной проблемой также является возможность фальсификации ID узлов.

Автор рассмотрел модель гибридной пиринговой сети с выделенными узлами (рис. 4), связывающими отдельные узлы и обеспечивающими ведение поисковых каталогов.

В модели предполагалось, что существует N узлов, каждый из которых логически связан в среднем с n ($n \ll N$) количеством узлов (на рис. 5 — внешний круг узлов). Для обеспечения поиска существует M поисковых узлов, каждый из которых, в свою очередь, соединен с некоторым количеством узлов; этим узлом он доступен как поисковый каталог. Объемы каталогов распределены в соответствии с экспоненциальным законом, т.е. i -й поисковый каталог соединен с $k \exp\{ai\}$ узлами, где k и a — некоторые константы. Такая закономерность распределения поисковых узлов, действительно, часто наблюдается на практике.

Задача анализа уязвимости заключалась в том, каким образом нарушится информационная связность пиринговой сети при выводе из строя некоторого количества ведущих поисковых каталогов.

Полученные расчеты подтвердили высокую информационную устойчивость пиринговой сети, построенной в соответствии с данными критериями, к удалению случайных поисковых узлов. Вместе с тем, очень высока зависимость от удаления наибольших узлов, что приводит к экспоненциальному снижению таких показателей, как минимальная длина пути между узлами и коэффициент кластерности.

Заключение

По сравнению с клиент-серверной архитектурой P2P обладает такими преимуществами, как самоорганизованность, отказоустойчивость к потере связи с узлами сети (высокая живучесть), возможность разделения ресурсов без привязки к конкретным адресам, увеличение скорости копирования информации за счет использования сразу нескольких источников, широкая полоса пропускания, гибкая балансировка нагрузки.

Благодаря таким характеристикам, как живучесть, отказоустойчивость, способность к саморазвитию, пиринговые сети находят все большее применение в системах управления предприятиями и организациями (например, P2P-технология сегодня применяется в Государственном департаменте США).

Существует много областей, где P2P-технология успешно работает, например, параллельное программирование, кэширование данных, резервное копирование данных.

Отдельно следует отметить недостатки, присущие файлообменным сетям общего доступа. Самая большая проблема — легитимность контента, передаваемого в таких P2P-сетях. Неудовлетворительное решение этой проблемы привело уже к скандальному закрытию многих подобных сетей. Следует заметить, что, несмотря на многочисленные иски, направленные против пиринговых сетей, в апреле этого года Европейский парламент отказался «криминализовать» P2P.

Есть и другие проблемы, имеющие социальную природу. Так, в системе Gnutella, например, 70% пользователей не добавляют вообще никаких файлов в сеть. Более половины ресурсов с этой сети предоставляется одним процентом пользователей, т.е. сеть эволюционирует в направлении клиент-серверной архитектуры.

Дмитрий ЛАНДЭ,

д.т.н., зам. директора ИЦ EIVisti

Индекс компаний, упомянутых в публикациях номера

АБ

«АЕСП Украина» 30
«Аксон» 34
«Альянс Текнолоджиз» 32, 33
«АМИ» 20, 21, 23, 69, 70, 75, 76, 100
«Астелит» 85
«Атлас» 21, 26, 34, 35, 81
«Атлас-Телеком» 26
«Бакотек» 82, 83
«Банкомсвязь» 47, 66, 68, 69, 72, 78
«БМС Консалтинг» 26, 66, 67

ВГД

«Версия-Консалтинг» 21, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76
«Вест Системы» 21, 34
«Галант пол» 33
«Голден Телеком» 116
«Датагруп» 20, 26
«Диалог-Киев» 98
«ДКС» 44, 45, 46
«ДНЕПР-Техноцентр» 35

ЕИ

«Евроформат» 39
«Е-Консалтинг» 65, 66, 68, 70, 75
«ЕМС» 80
«Ивик» 91
«ИКС-Мегатрейд» 21, 32, 38, 115
«ИМК» 21
«Инком» 20, 21, 23, 24, 34, 35, 44, 66, 67, 68, 72, 100
«Интеллектуальные системы» 34, 35
«Инфоком» 100

КЛ

«Квазар-Микро» 21, 26, 34, 35, 66, 67, 68, 72, 80, 85
«Киевстар Дж.Эс.Эм.» 22, 23, 24, 25, 81
«Комстар» – Объединенные ТелеСистемы» 80
«Лаборатория Касперского» 23
«Ланит-Іv Соп» 21, 34, 35
«Легранд Украина» 32, 33
«Логикон» 100
«Л-Стик» 91

МН

«Майкрософт Украина» 80
«Микроком» 21
«М-Инфо» 91, 98
«МироМИКС Юнайтед» 22, 72
«МКС» 24, 34, 35, 66, 67, 68
«МКС Системная интеграция» 20, 21, 24
«Моторола Украина» 85
«МТС» 81, 114
«МТС-Украина» 23, 24, 80, 112, 113
«МУК» 66, 68, 72, 76, 82, 83, 84, 85
«Навигатор» 75
«Нетворк Сервис» 34
«НетЛайн» 33
«НордЭл» 41
«НПО Синелс-Инвест» 100
«НТТ Энергия» 97

ОПР

«О.Т.С.» 21
«ОБО Беттерманн Украина» 99

«Одескабель» 32
«Одител» 34
«Оникс» 65, 69, 70, 71, 72, 75
«Оракул-Сервис» 26
«Прайм Компьютер» 65, 66, 69, 70, 72, 74
«Приоком» 23, 24, 72
«РИМ 2000» 66, 67, 68
«РИМ ЛАН» 34
«Риттал» 98, 100, 102, 106
«Рома» 34
«Ромсат» 43

СТ

«Салд» 34
«Світ Кабельних Систем» 34, 35
«СВР» 108, 109
«Ситроникс» 23, 26, 85
«СКАТ» 46
«СМИТ» 34
«Софт Нет сервис» 34
«Спецвузавтоматика» 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76
«Старком-Трейд» 83
«СТЕЛС» 93
«Телефонные системы и сети «Анфер» 82, 83
«Телко» 72
«Техника для бизнеса» 34
«Техносерв А/С» 22
«Техносерв Украина» 22
«ТИАКОМ» 82
«Транслит» 34
«ТриА-нет» 21

УХЭЮ

«Украинские Радиосистемы» 24
«Укртелеком» 3, 25, 116
«Улис Системс» 34, 35, 66, 68, 72, 76
«Утел» 23, 114
«УТТК» 43
«Харьков Реле-Комплект» 100
«Элак» 100
«Энтри» 65, 69, 70, 72, 74, 75, 76
«ЭсАй» БИС» 66, 67, 68, 72
«Юстар» 65, 66, 68, 70, 72, 74, 75, 76

АВ

Aastra Technologies 26
Aladdin 84
Alcatel-Lucent 10, 11, 12, 13, 14, 112, 113
Allied Telesis 78
Altinet 84
AMD 22, 69, 71, 75, 79, 87
AMX 84
APC-MGE 47, 48, 80, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98
ASK Complex 31
Atrack 46, 47, 48
Avaya 22, 24, 78, 98, 108, 110
Axus 72
BAKS 46
Beeline 24, 81, 114
Belden 38
Benq-Siemens 113
BIT 34

Blue Box 91, 94
Brand Rex 32, 41, 44

СД

CA 22
Cablofil 33, 46
Carrier 13, 94
Caterpillar 14
Ciat 91
Cisco 23, 24, 78, 80, 92
City.com 116
ComScope 40
Conteg 46, 47, 48, 92
Corning 41, 44
Crossbeam 26
CTI 81
Daikin 91, 94
DataLux 72
Dell 25, 22, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 83, 87
Diawest-Комп'ютерний Світ 116
DKT 82, 83
DotHill 72

ЕФ

E Ink Corporation 85
e.verest 72
Echelon 16
ECI Telecom 24, 23
EMC 9, 13, 24, 25, 72, 74, 76
Ericsson 26, 25, 91, 92, 94, 96, 97
ESTAP 47, 48
GE Consumer & Industrial 97
Friedhelm Loh Group 101
Fujitsu 87, 91
Fujitsu Siemens Computers 64, 68, 69, 70, 71, 72, 74

НІУ

Hewlett-Packard 12, 13, 24, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 79, 80
Hitachi Data Systems 72, 94
HTC 113
Huawei Technologies 24, 80, 85
IBM 10, 13, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 78, 81, 86, 87
Innoware 20, 22
Intel 10, 12, 21, 66, 69, 71, 75, 78, 85, 86, 87
Inteldome 16, 18
IPNet 80
Iskratel 26
ITC 21
ITNT 21
Іv Trading 21
Juniper 22

КЛ

Knurr 91, 92, 96, 97
Kopos 44, 45, 46
K-Trade 20
Lampertz 26, 101
Legrand 32, 44, 45, 46
LG 94
Liebert Hiross 88, 93

МН

Marshall Tufflex 44, 45, 46
Master Group 46, 47, 48

McAfee 84
Melrose Holdings S.A. 26
MGE 14
Microsoft 10, 20
Mitsubishi 94
MK Electric 45, 46
Molex PN 31, 36, 38, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 48
Motorola 85, 113
MTI 66, 68, 69, 72
NetApp 72
Network Distribution Company (NDC) 32
Nexsan 72
NextStep 34
Nokia 10, 113
Nokia Siemens Networks 1
Nortel 81

ОПР

OBO Bettermann, 99
Oracle 21
Palm 113
Panduit 32, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 79
Pasternack Enterprises 26
PeopleNet 114
Polycom 10
ProNet 34, 35
R&M 29, 32, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 48
REHAU 45, 46
Research In Motion 112, 113
RIM 2000 34, 35
RiT Technologies 21, 31
Rittal 27, 47, 48, 91, 94, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106
RRC 72

СТ

«S&T Софт-Троник» 34, 35, 66, 67, 68, 72, 80
Samsung 113
Schneider Electric 18
Schroff 46, 47, 48, 91, 96, 97
Siemens 25
Siemon 30, 32
Silicon Graphics 66, 68, 71
Sony Ericsson 113
Stulz 91, 94
Sun Microsystems 13, 21, 22, 64, 65, 66, 70, 71, 71, 74, 79, 85, 86
Synergia SE 29, 30, 32
Tandberg 10
TechExpert 20
Tecnoclima 94
Telenor 22, 25
Telsima Corporation 26
Test Equipment Connection 26
Texas Instruments 86
Trend Micro 23
Tyan 75
Tyco Electronics 31, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 48, 80, 82

WZ

Watson Telecom 3, 23, 79, 116
ZyXEL 78, 114, 115