

УДК 621.395

А.Ю.Гребешков

Поволжская государственная академия телекоммуникаций и информатики

ИГРОВОЙ ПОДХОД К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ СЕТЕВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ QoS НА СОВРЕМЕННЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

С учётом многообразия алгоритмов распределения сетевых ресурсов на современных сетях связи для обеспечения качества услуг (Quality of service, QoS), принимая во внимание наличие нескольких архитектур QoS, возникает необходимость гармонизации (согласования) различных подходов к обеспечению QoS. Для определения уровня гармонизации в рамках взаимодействия «пользователь – оператор» необходимо учесть, что интересы данного пользователя могут существенно расходиться с возможностями оператора, а интересы различных пользователей могут объективно совпадать. Традиционные подходы, принятые при разработке алгоритмов распределения сетевых ресурсов не учитывают того факта, что пользователи по сути конкурируют с оператором связи за выделение сетевых ресурсов, особенно в случае одновременного обслуживания best-effort трафика (трафика, некритичного к задержкам и передаваемого по мере возможности) и трафика, критичного к задержкам. В этих условиях важно использовать способ описания взаимодействия между участниками процесса пропуска трафика для гармонизации интересов участников процесса, например определить границы готовности пользователей использовать заявленные оператором условия обслуживания и технические условия. После этого целесообразно отобразить достигнутые параметры соглашения на уровень алгоритмов маршрутизации с обеспечением QoS. Одним из возможных подходов к решению поставленной задачи является применение теории игр.

Теория игр представляет собой математическую теорию принятия решений в условиях конфликта, т.е. в условиях когда сталкиваются определённые интересы сторон, каждая из которых воздействует на исход этого столкновения, исходя из собственных целей. Наиболее актуальными являются динамические игры, описывающие конфликты, развивающиеся во времени. В терминах теории игр участники конфликта обозначаются как игроки, решения, принимаемые игроками рассматриваются как стратегии, а цели участников конфликта описываются с помощью вещественных функций, называемых функциями выигрыша (функциями полезности). Задачей теории игр является выбор оптимального поведения в игре, определение условий, при которых выбранное поведение является разумным и построение численных методов нахождения оптимального поведения. Следует учесть, что для динамических игр важными являются не только существования, единственности того или иного поведения но и состоятельность поведения на данном этапе (промежутке времени).

Оценка оптимальности поведения зависит от того, какие допущения могут быть сделаны относительно степени кооперации игроков в ходе игры.

Вопросы, связанные с взаимодействием оператора (сервис-провайдера) и пользователя, следует рассматривать как случай некооперативной стратегической игры, при которой теоретически кооперирование между игроками не допускается. В настоящее время не существует единой точки зрения на то, что является, к примеру, оптимальным поведением в рассмотренной выше игре. Наиболее распространенным принципом оптимального поведения является ситуация равновесия по Нэшу (Nash equilibrium).

Принцип оптимального повеления по Нэшу выделяет в качестве оптимальных такие ситуации (наборы стратегии игроков), при которых индивидуальные отклонения игроков от стратегий, входящих в эту ситуацию, не увеличивают выигрыша этого игрока, при условии что другие игроки придерживаются зафиксированной стратегии. Другими словами, в ситуации равновесия по Нэшу ни одному из участников игры невыгодно изменять свою стратегию если другие игроки придерживаются иной, общей стратегии.

Пусть пользователь обслуживается мультисервисным узлом связи. При распределении сетевых ресурсов можно предположить, что каждому из n пользователей (игроков) со стороны оператора связи, независимо от других пользователей, предлагаются несколько фиксированных классов обслуживания трафика $j \in [1, m]$, где m – число классов обслуживания. Для обеспечения требуемого QoS, i -й пользователь может самостоятельно назначить используемой им услуге или службе связи определённый класс обслуживания из набора оператора. Это требование выражается с помощью параметра потока трафика λ_i от i -го пользователя, который должен быть обслужен согласно класса обслуживания j , λ_{ij} , где $\sum_{j=1}^m \lambda_{ij} = \lambda_i$. В результате задаётся вектор требований i -го игрока $\Lambda_i = (\lambda_{i1}, \lambda_{i2}, \dots, \lambda_{im})$.

Функция полезности имеет вид $U_i(\lambda_{ij}, p_j)$, где в качестве фиксированного параметра рассматривается некоторая метрика качества QoS, например p_j – вероятность потери пакетов для класса обслуживания j .

Следует учитывать, что $p_j = p_j(\Lambda)$, $j \in [1, m]$, $\Lambda = (\lambda_{ij})_{N \times m}$.

Тогда ситуация равновесия по Нэшу будет иметь вид :
 $U_i(\lambda^*) \geq U_i(\lambda_1^*, \dots, \lambda_{i-1}^*, \lambda_i, \lambda_{i+1}^*, \dots, \lambda_N^*), \forall \lambda_i \in \Lambda_i, \forall i \in N, \lambda^* = (\lambda_1^*, \dots, \lambda_N^*)$.

В рассмотренном выражении λ^* соответствует ситуации равновесия. Указанное неравенство означает, что i -й игрок не сможет в одиночку улучшить свою функцию полезности. В итоге, определив $U_i(\lambda^*)$, можно определить оптимальный план распределения сетевых ресурсов. В дальнейшем предполагается провести углублённый анализ возможностей и способов применения теории игр для заявленных выше целей исследования.