

Оценка информации в интересах рефлексивного управления конкурентами Information estimation in interests of reflexive management of competitors

Авторы: Осипов В.Ю. (osipov_vasiliy@mail.ru) - Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, доктор технических наук, Кондратюк А.П. (lab@pps.ru) - Лаборатория противодействия промышленному шпионажу, г. Санкт-Петербург, кандидат технических наук.

Статья опубликована журнале «Программные продукты и системы» № 2 за 2010 год.

Аннотация: *Рассматривается подход к оценке информации при рефлексивном управлении конкурентами, объединяющий затратный, доходный и сравнительный методы. В основе подхода лежит расчет ценности информации с позиции конкурирующей системы, заинтересованной в ее получении. Ценность информации на входе любой системы предлагается определять как эффект, получаемый на выходе последней, пересчитанный к ее входу. Раскрываются общий и частные случаи оценки информации в интересах рефлексивного управления. Приводятся примеры такой оценки.*

Abstract: *It is considered an approach of information estimation under the reflexive control of competitors. The approach combines comparative, profitable and cost-is-no-object methods. The calculating of the information value from competitor side interested in receiving of this information is considered as the base of this approach. The value of information on the system's input is suggested to define as effect received on the system's output, which is counted over to the system's input. Not only general case is come to light and shown but also particular cases of an information estimation of the reflexive control benefit. Examples of such the estimation are represented.*

Ключевые слова: ценность информации, рефлексивное управление, конечный эффект, затраченный ресурс

Keywords: the value of information, reflexive control, final effect, expended resource

Рефлексивным управлением называют процесс передачи оснований для принятия решений одним из противников другому [1]. Суть его заключается в следующем. Управление решением конкурента и в конечном итоге навязывание ему определенной

стратегии поведения при рефлексивном взаимодействии осуществляются не прямо, не грубым принуждением, а путем передачи ему оснований, из которых тот мог бы логически вывести свое, но предопределенное другой стороной решение.

Передача оснований означает подключение к процессу отображения ситуации для конкурента, с этого начинается управление процессом принятия решения.

Для успешного решения задач рефлексивного управления конкурентами целесообразно знать ценность передаваемых им оснований – ложной или несвоевременной информации, выдаваемой за истинную.

Интерес к получению точных оценок такой информации только возрастает. Этому способствуют повышение уровня конкурентной борьбы, накопление больших объемов информации в цифровом виде, развитие средств ее обработки и передачи, существенное увеличение зависимости результатов, достигаемых потребителем, от уровня информационного обеспечения его деятельности.

Получение точных оценок информации в интересах рефлексивного управления возможно только при наличии соответствующих методов.

Известны как зарубежные [2, 3], так и отечественные [4, 5] подходы к определению ценности информации. Среди них выделяют затратный, сравнительный и доходный подходы [5]. В основе современных доходных методов лежат идеи, высказанные А.А. Харкевичем [4] еще в 1960 году. При затратном подходе определяются затраты, необходимые для восстановления либо замещения информации, а при сравнительном ее сравнивают с аналогичной информацией, для которой имеются данные об оценке.

Недостаток известных подходов – отсутствие в них универсальности, позволяющей одновременно учитывать доходные, затратные и сравнительные аспекты.

Предлагается рассмотреть подход к оценке информации в интересах рефлексивного управления, объединяющий известные подходы и учитывающий особенности начальных условий.

Суть подхода в следующем. Несколько компаний-конкурентов выпускают аналогичную продукцию, отличающуюся рядом свойств. У каждой компании, как и у ее продукции, есть свои преимущества и недостатки. Компании-конкуренты обладают авторскими правами, ноу-хау в части используемых технологий, имеют перспективные проекты, текущих и потенциальных заказчиков, которые могут быть общими. Каждая из компаний стремится получить наибольшую прибыль, для чего постоянно совершенствуется, рекламирует и продвигает свою продукцию, грамотно оттесняя конкурентов. При этом в отношении конкурентов может осуществляться рефлексивное управление при различных вариантах исходной информированности.

Для реализации этого управления формируются и передаются конкурентам соответствующие основания, в определенной мере навязывающие им принятие менее эффективных управляющих решений по получению прибыли. Эти основания могут быть в электронном или распечатанном виде, иметь различную логическую структуру, адекватность, достоверность и полноту, удобство в использовании, время устаревания, количество. Они также могут частично дублироваться аналогичной информацией.

Необходимо разработать метод оценки информации в интересах рефлексивного управления конкурентами, позволяющий учитывать широкий спектр возможных исходных условий.

Модель ценности информации. Для рефлексивного управления конкурентами положим в основу разрабатываемого метода модель ценности информации.

Согласно ей определим ценность S информации, добываемой конкурентом, как разницу между S_2, S_1 – его конечными эффектами, пересчитанными ко входу его системы, при наличии этой информации и отсутствии, $S = S_2 - S_1$. Подобный пересчет конечных эффектов предусматривает вычитание из них затраченных ресурсов на добытие информации. При этом предполагается, что потребитель (конкурент) использует добываемую информацию оптимально.

В соответствии с этими исходными посылками конечные эффекты S_1, S_2 могут быть представлены следующей аналитической зависимостью:

$$S_{1(2)} = \max_{i(j) \in I(J)} \left\{ W_{1(2)i(j)} - \sum_{r=1}^N a_r \cdot C_{1(2)r_{i(j)}} \right\}, \quad (1)$$

где W_{1i}, W_{2j} – конечные эффекты, получаемые конкурентом (далее – потребителем), при отсутствии оцениваемой информации и при ее наличии соответственно; I, J – множества всех возможных способов получения конечных эффектов в первом и втором случаях; C_{1ri}, C_{1rj} – расходы r -го ресурса потребителя информации на достижение результатов W_{1i}, W_{2j} соответственно; a_r – коэффициент приведения расхода r -го ресурса потребителя к единицам измерения конечных эффектов; N – число имеющихся видов ресурсов потребителя.

Если среди всех затраченных на получение эффекта S_2 ресурсов выделить те, что уходят на добывание или уточнение (замещение) информации, тогда

$$\sum_{r=1}^N a_r \cdot C_{2rj} = \sum_{r=1}^N a_r \cdot C_{2.1rj} + \sum_{r=1}^N a_r \cdot C_{2.2rj} . \quad (2)$$

Первое слагаемое в правой части выражения (2) соответствует затратам ресурсов на достижение эффекта W_{2j} (то есть затратам на решение главной задачи) при наличии уже ранее добытой информации, а второе – затратам ресурсов на добывание этой информации.

Беря во внимание (1) и (2), ценность S информации (разность между S_2 и S_1) можно определить как

$$S = \max_{j \in J} \min_{i \in I} \left\{ W_{2j} - W_{1i} - \sum_{r=1}^N a_r \cdot (C_{2.1rj} - C_{1ri}) - \sum_{r=1}^N a_r \cdot C_{2.2rj} \right\} . \quad (3)$$

Проанализируем это выражение. В условиях, когда разница между затратами ресурсов на достижение W_{1i}, W_{2j} сводится к затратам на приобретение информации,

$$\sum_{r=1}^N a_r (C_{2.1rj} - C_{1ri}) = 0 , \quad (4)$$

ее ценность относительно потребителя равна

$$S = \max_{j \in J} \min_{i \in I} \left\{ W_{2j} - W_{1i} - \sum_{r=1}^N a_r \cdot C_{2.2rj} \right\} \quad (5)$$

Снизить ценность S информации для потребителя (конкурента) может противостоящая система-обладатель информации путем уменьшения разницы между конечными эффектами W_{1i}, W_{2j} при тех же затратах на добывание информации за счет внедрения ложной информации в систему конкурента. При этом разница между конечными эффектами S_1, S_2 , то есть ценность информации для системы-конкурента, может существенно снизиться или стать отрицательной, когда конечный эффект от использования ложной информации, сформированной в процессе рефлексивного управления конкурентом, становится отрицательным.

В ситуации, когда конкурент пытается избавиться от навязываемой ему ложной информации, может иметь место успешное восстановление истинной информации до момента ее использования. Тогда ценность восстановленной истинной информации определяется как минимум затрат на ее восстановление:

$$S = \min_{j \in J} \sum_{r=1}^N a_r \cdot C_{2.2rj} \quad (6)$$

Действительно, согласно (5), когда системой-обладателем уменьшена разница между планируемыми эффектами W_{1i}, W_{2j} при уже затраченных системой-конкурентом ресурсах на добывание информации, попытка затратить дополнительные ресурсы на восстановление истинной информации может привести к дальнейшему снижению ценности информации для потребителя и увеличению отрицательного конечного эффекта.

Если приравнять затраты на приобретение необходимой информации потребителем (системой-конкурентом) к величине S в формуле (5), ценность информации (относительно как обладателя ценной информации, так и ее потребителя) можно рассчитать по формуле:

$$S = \max_{j \in J} \min_{i \in I} \frac{1}{2} \{ W_{2j} - W_{1i} \} = \frac{\max_{j \in J} W_{2j} - \max_{i \in I} W_{1i}}{2} \quad (7)$$

В соответствии с (7) ценность информации равна половине выигрыша ее потребителя. Именно эта оценка может быть взята для сравнения ценности различных видов полезной информации. Обратим внимание, что все основные параметры, входящие в выражения (1) – (7), как и сама ценность информации, являются функциями времени. Кроме этого, число ее потребителей или число различных задач, решаемых одним потребителем, может быть достаточно велико, а при доставке информация способна устаревать. Учитывая это, можно получить оценки распределения S'_i ценности добываемой информации во времени, $S'_i = \frac{dS(t)}{dt}$, и рассчитать ее суммарную ценность как

$$S_{\Sigma} = \sum_{n=1}^N P_n(t_n \leq t_{0n}) \cdot \int_0^{T_n} S'_{t_n} dt, \quad (8)$$

где $P_n(t_n \leq t_{0n})$ – вероятность своевременного добывания информации n -м потребителем в информационной системе конкурента; t_{0n} – допустимое время добывания этой информации; T_n – интервал времени, на котором определяется ценность информации для n -го потребителя; N – число независимых потребителей информации.

В случае равномерного распределения ценности информации во времени для всех потребителей выражение (8) сводится к виду

$$S_{\Sigma} = \sum_{n=1}^N \overline{S'_n} \cdot T_n \cdot P_n(t_n \leq t_{0n}). \quad (9)$$

Для получения рассматриваемых оценок необходимо уметь прогнозировать положительные эффекты, которые могут быть получены конкурентом при использовании дополнительной информации. Следовательно, нужны соответствующие модели прикладных систем, построение которых возможно с применением известных методов оценки эффективности социально-экономических и других процессов.

Таким образом, алгоритм рефлексивного управления конкурентами с учетом оценки ценности информации можно представить как совокупность следующих шагов.

Шаг 1. Анализ ситуации и возможностей конкурента получить ценную информацию, смешанную с дезинформацией.

Шаг 2. Прогнозирование возможных эффектов, получаемых конкурентом, при наличии и отсутствии ложной информации.

Шаг 3. Оценка затрат ресурсов на получение ценной информации конкурентом.

Шаг 4. Оценка ценности информации в интересах рефлексивного управления конкурентом.

Шаг 5. Реализация мероприятий по внедрению ложной информации в систему конкурента.

Шаг 6. В случае продолжения рефлексивного управления конкурентом осуществляется переход к шагу 1. Иначе – завершение этого управления.

Пример 1. На бирже ценных бумаг идет игра на понижение стоимости акций крупной внешнеторговой фирмы. В качестве рефлексивно управляющей системы выступают несколько биржевых игроков, имеющих доступ к информации о решениях правительства данной страны. Конкурирующей информационной (управляемой) системой являются биржевики, не имеющие такого доступа. Проведя ряд мероприятий по озвучиванию ложной информации в СМИ, распространив слухи и истолковав нужным образом высказывания политиков, управляющая система подбрасывает управляемой системе ложную информацию о существенном уменьшении квот на закупку продукта, на котором специализируется внешнеторговая фирма. Тем самым управляющая система передает управляемой системе основания для принятия неправильного решения о массовой продаже акций этой фирмы по дешевке. Разница между стоимостью акций при наличии истинной информации о решениях правительства и стоимостью этих же акций при ее отсутствии за минусом затрат на получение этой информации дает оценку ценности информации для биржевиков, не имеющих доступа к правительству. В ситуации, когда необходимая информация о ложности слухов и высказываний о решении правительства на снижение квот получается от одного из биржевиков, участвующих в сговоре, ее ценность сравнима с затратами на его подкуп.

Пример 2. Обладателем ценной информации о количестве рыболовецких судов и маршрутах их движения является фирма, осуществляющая незаконный лов ценных видов рыб в промысловой зоне государства-конкурента. При этом она разворачивает ряд ложных маршрутов своих судов, воспроизводящих признаки незаконного лова, тем самым рефлексивно управляя конкурентом. Потребителями ценной информации у государства-конкурента являются морская, авиационная и космическая системы радиолокационного и оптико-электронного наблюдения за промысловой зоной в интересах пограничного ведомства. При отсутствии истинной информации о количестве судов и маршрутах движения высок уровень реальной угрозы материальных потерь для государства-конкурента от незаконного лова. Отличия в уровне материальных потерь при наличии истинной информации о координатах и маршрутах рыболовецких судов и при ее отсутствии за минусом затрат на ее добывание дают оценку ценности информации, имеющейся у обладателя информации, для государства-конкурента.

Когда ценная информация о незаконном лове рыбы не получена одним из потребителей информации в системе-конкуренте, ее ценность для этого n -го потребителя равна стоимости передачи ему информации от потребителя, уже получившего эту информацию (например, от космической системы радиолокационного наблюдения в морскую систему оптико-электронного наблюдения).

Пример 3. Рассмотрим более сложный пример. Планируется разработка перспективной справочной информационной системы для удовлетворения информационных потребностей органов управления крупным городом. В частности, необходимо повысить уровень информационного обеспечения решения задач управления по основным социально-экономическим направлениям (демография, производство, распределение, жизнеобеспечение и др.). Исходное состояние таково, что при существующей автоматизированной системе без новых информационных технологий вырабатываемые решения не обеспечивают желаемой эффективности управления. Необходимо оценить, насколько возрастет ценность информационного обеспечения управляющих решений при внедрении перспективных информационных технологий при условии, что заданы другие показатели ее выходной информации. Для решения этой задачи в соответствии с (1) определимся с конечными эффектами W_{1i}, W_{2j} управления городом при отсутствии и наличии перспективной информационной системы выработки управленческих решений. Эти эффекты в ряде случаев можно представить в виде

$$W_{1(2)i(j)}(t) = \sum_{z=1}^Z \sum_f^F N_z \cdot Q_{zf} \cdot P_{1(2)zfi(j)}(t). \quad (10)$$

В формуле (10) приняты следующие обозначения: N_z – предельно допустимое количественное значение z -го материального городского ресурса, которым осуществляется управление; Q_{zf} – цена этого материального ресурса; $P_{1zfi}(t)$, $P_{2zff}(t)$ – вероятности нахождения z -го материального городского ресурса в f -м состоянии на момент t соответственно, при условии реализации i -го и j -го управляющих решений без перспективной информационной системы и с ней.

Подставляя в формулу (7) выражения W_{1i}, W_{2j} , в соответствии с (10) получаем формулу для оценки ценности информации, порождаемой перспективной информационной системой:

$$S(t) = \max_{j \in J} \min_{i \in I} \frac{1}{2} \left\{ \sum_{z=1}^Z N_z \cdot \sum_f^F Q_{zf} \cdot (P_{2zff}(t) - P_{1zfi}(t)) \right\}. \quad (11)$$

Для расчета $P_{1zfi}(t)$, $P_{2zff}(t)$ можно воспользоваться марковскими моделями развития материальных ресурсов.

При расчетах ценность предлагаемого информационного обеспечения может и вырасти за счет роста конечного эффекта от применения управленческих решений, и резко снизиться, если конечный эффект уменьшается или даже становится отрицательным. Это может произойти в случае использования ложных исходных данных по основным направлениям принятия решений. И, чем быстрее перспективное информационное обеспечение позволяет внедрять управленческие решения, основанные на ложных исходных данных, тем хуже конечный эффект от их внедрения. Соответственно, ценность информации, содержащейся в системе информационного обеспечения, снижается.

Заметим, что ценность информации относительно системы-обладателя не всегда совпадает с ее ценностью относительно потребителя системы-конкурента. Потребитель может получить необходимую информацию по минимальной цене, при этом выигрыш в десятки, сотни и даже тысячи раз превысит затраты на ее приобретение. На практике необходимо исходить из принципа, что ценность информации всегда относительна.

Таким образом, предложенный метод к оценке ценности информации позволяет воедино связать существующие подходы. С его помощью можно прогнозировать ценность информации и в рамках действующих законов успешно осуществлять рефлексивное управление конкурентами.

Литература

1. Лефевр В.А., Смолян Г.Л. Алгебра конфликта. М.: Знание, 1968.
2. NIPS 2005 Workshop on Value of Information in Inference / Learning and Decision-Making. Vancouver. 2005.
3. Molly K. Macauley. The Value of Information: A Background Paper on Measuring the Contribution of Space-Derived Earth Science Data to National Resource Management. Washington. Resources for the Future, 2005.
4. Харкевич А.А. О ценности информации: в сб.: Проблемы кибернетики. М.: Физматгиз, 1960. С. 53–57.
5. Шилейко А.В., Кочнев В.Ф., Химушин Ф.Ф. Введение в информационную теорию систем; под ред. А.В. Шилейко. М.: Радио и связь, 1985.