

УДК 007.5



ОЦЕНИВАНИЕ ПОЛНОТЫ И НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ ДАННЫХ ДЛЯ ЗНАНИЕ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

В.М.Левыкин¹, С.Ф.Чалый²

¹ХНУРЭ, г.Харьков, Украина, levykin@kture.kharkov.ua

²ХНУРЭ, г.Харьков, Украина, chaliy@datasvit.net

Предложены критерии и метод оценивания полноты и непротиворечивости данных знание-ориентированной модели представления БПИС, что позволяет выявить несоответствия данных модели БПИС и реального процесса и выполнить соответствующую реорганизацию процесса на основе знаний, выраженных в форме бизнес-правил.

БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ С ИЗМЕНЯЕМОЙ СТРУКТУРОЙ, БИЗНЕС-ПРАВИЛА, ПОЛНОТА, НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ

Введение

Современный этап процессного управления предприятием характеризуется необходимостью управления гибкими бизнес-процессами, ориентированными на пользователя и изменяющимися на основе знаний о функционировании предприятия.

Такие бизнес-процессы с изменяемой структурой (БПИС) характеризуются изменением временных параметров и последовательности входящих в состав процесса бизнес-процедур во время его функционирования, распределенностью БПИС между подразделениями предприятия, значительной степенью параллелизма, наличием временных, финансовых, материальных ограничений, взаимодействием нескольких предприятий при функционировании бизнес-процессов.

БПИС представляется множеством ситуаций St_l , $l = \overline{1, L}$ [1]. Для обработки каждой ситуации выполняется последовательность бизнес-процедур в соответствии со сценарием Sc_l , входящим в состав ситуации. Бизнес-процедуры сценария связаны между собой через общий набор данных D_l . Важной особенностью данного представления БПИС является использование знаний, которые определяют запуск процедур сценария. Знания могут быть представлены двояко – либо в модели в форме бизнес-правил, либо как знания исполнителей. Следует отметить, что знания в форме бизнес-правил формализуют функциональные требования к бизнес-процессам [2], что дает возможность реорганизовать БПИС во время его функционирования.

Важным аспектом процессного управления на основе БПИС является управление жизненным циклом бизнес-процессов.

Управление жизненным циклом бизнес-процессов направлено на поддержку достижения поставленных целей БПИС путем документирования, тестирования, анализа и оптимизации критически важных процессов.

Документирование БПИС позволяет получить формальное описание текущего состояния про-

цессов и является необходимым условием для их тестирования, анализа и оптимизации. Тестирование БПИС позволяет проверить корректность функционирования процесса в заданных условиях. Анализ БПИС позволяет найти узкие места и неэффективные процедуры в процессах, а также возможности по оптимизации бизнес-процессов, которые прозрачны (невидимы) со стороны соответствующего предприятия.

Таким образом, тестирование БПИС ориентировано на оценку полноты и непротиворечивости имеющегося формального знание-ориентированного представления бизнес-процесса путем выявления и локализации несоответствий с реальным процессом. Выявление таких несоответствий во время функционирования бизнес-процессов на реальном предприятии приводит к значительным материальным и временным затратам. Поэтому проблема оценки полноты и непротиворечивости на этапе получения формального представления бизнес-процесса является актуальной.

Отметим, что решение указанной проблемы является особенно важным для БПИС в силу характерных для них динамических изменений во время выполнения.

1. Формулировка задачи

В ряде исследований [3, 4] показано, что наиболее типичными ошибками для бизнес-процессов являются ошибки доступа к данным. Соответственно, рассматриваемая задача оценки полноты и непротиворечивости сводится к задаче оценивания полноты и непротиворечивости данных для формального представления БПИС.

Исходными данными задачи являются множества данных D_l ситуаций St_l , каждое из которых включает наборы входных и выходных данных бизнес-процедур, а также наборы свободных данных, используемых для принятия решений о реорганизации бизнес-процесса.

Требуется проверить использование данных для каждой ситуации БП по критериям полноты и непротиворечивости.

Формально задача оценки полноты и непротиворечивости данных для знание-ориентированного представления БПИС состоит в следующем.

Пусть $BPS_i \in BPS$, $St_l \in BPS_i$, Sc_l ,

$$D_l \in St_l, \quad i = \overline{1, I}, \quad l = \overline{1, L},$$

$$\begin{aligned} \text{тогда} \quad & (A_{K_{r_{p1}}}(D_l) \wedge A_{K_{r_{p2}}}(Sc_l) \wedge A_{K_{r_N}}(Sc_l)) = true, \\ & \Rightarrow A(BPS_i) = true, \\ & (A_{K_{r_{p1}}}(D_l) \wedge A_{K_{r_{p2}}}(Sc_l) \wedge A_{K_{r_N}}(Sc_l)) = false \quad (1) \\ & \Rightarrow A(BPS_i) = false, \end{aligned}$$

где $A_{K_{r_{p1}}}(D_l)$ – результаты проверки по критерию полноты данных ситуации в целом; $A_{K_{r_{p2}}}(Sc_l)$ – результаты проверки по критерию полноты входных и выходных данных процедур; $A_{K_{r_N}}(Sc_l)$ – результаты проверки непротиворечивости свободных данных.

$$\begin{aligned} & A_{K_{r_{p1}}}(D_l), \quad A_{K_{r_{p2}}}(Sc_l), \quad A_{K_{r_N}}(Sc_l) = \\ & = \begin{cases} true, \\ \text{при удовлетворении критерия для } BPS_i, \\ false, \text{ в противном случае.} \end{cases} \quad (2) \end{aligned}$$

Тогда задача оценки полноты и непротиворечивости данных имеет вид:

$$A(BPS_i) \rightarrow true. \quad (3).$$

Таким образом, в соответствии с (3) необходимо добиться, чтобы набор данных формальной модели БПИС удовлетворял всем трем рассмотренным критериям.

2. Оценивание полноты и непротиворечивости данных модели БПИС

При решении поставленной задачи функционирование бизнес-процесса целесообразно представлять в виде ориентированного графа, вершины которого представляют последовательность состояний процесса, а дуги – переходы между этими состояниями. Тогда состояние процесса в модели в каждый момент времени определяется наборами состояний составляющих его ситуаций. Состояние ситуации характеризуется соответствующей структурой данных D_l и значением этих данных.

Изменение состояния ситуации определяется результатом выполнения процедур и внешних по отношению к процессу воздействий. Изменение порядка выполнения процедур, заданного в сценарии ситуации, определяется на основе знаний путем реализации соответствующих бизнес-правил. Следовательно, переходы между состояниями процесса в общем случае являются результатом выполнения процедур и бизнес-правил, изменяющих наборы данных соответствующих ситуаций.

Очевидно, что полная проверка всех возможных вариантов реализации бизнес-процесса требует значительных временных и материальных затрат.

На практике, например при тестировании программного обеспечения, используются критерии

выбора тестов. Такие критерии обеспечивают лишь определенную степень полноты проверки тестируемого объекта и его элементов. Примерами таких критериев являются:

- однократная проверка всех функций, реализуемых программой;
- однократная проверка всех ветвей.

Считается, что использование последнего критерия позволяет выявить 67-90% ошибок в программном обеспечении. В то же время бизнес-процесс представляет собой более сложный объект, чем программа в силу своей непредсказуемости, например вследствие непредвиденных внешних воздействий, возникновения нештатных состояний.

Наиболее характерными ошибками и несоответствиями для бизнес-процессов современного предприятия являются ошибки данных [5]. Примерами таких ошибок являются: создание объектов данных (либо атрибутов объектов данных), которые не используются при реализации БП; отсутствие необходимых объектов данных или их атрибутов; дублирование объектов данных или их атрибутов. Указанные ошибки обычно проявляются при доступе к данным во время запуска и выполнения бизнес-процедур.

Основная проблема, которая возникает при оценке полноты и непротиворечивости модели – это проблема выбора критерия оценки. Указанный критерий определяет те элементы БП, на основании проверки состояния которых выполняется анализ адекватности модели.

В силу специфики модели БПИС, характеризующейся управлением на основе данных, а также рассмотренных ошибок данных для бизнес-процессов предприятия, при создании критерия проверки адекватности модели БПИС целесообразно в первую очередь учитывать структуру данных процесса.

При обработке структуры данных БПИС, характеризующей выполняющиеся ситуации, могут возникать следующие события:

- доступ к объекту данных;
- определение (изменение) значения объекта данных;
- определение атрибутов объекта данных.

Соответственно, определение элемента данных модели БПИС будем рассматривать как определение его атрибутов.

Определение объекта данных для рассмотренного представления БПИС происходит во время определения ситуации.

Определение значений объекта данных происходит либо при возникновении ситуации, либо при выполнении процедур сценария, связанных с ситуацией. Данные используются при запуске соответствующих процедур.

С целью проверки полноты и непротиворечивости данных рассмотренного представления БПИС определим функцию оценки доступа к данным $O(d)$, которая учитывает изменения состояний данных модели.

Пусть $\forall d \in D, D \in St, s_d \in S_D$,

$$S_D = \{S_{\text{Начальное}}, S_{\text{Определенное}}, S_{\text{Неопределенное}}\},$$

$$S_{\text{Определенное}} = \{true, false\},$$

тогда

$$\begin{aligned} (s_d = S_{\text{Начальное}}) &\rightarrow \\ (s_d \in S_{\text{Определенное}}) &\Rightarrow O(d) = O(d) + 1, \\ (s_d \in S_{\text{Определенное}}) &\rightarrow \\ (s_d = S_{\text{Неопределенное}}) &\Rightarrow O(d) = O(d) + 1, \\ s_d \rightarrow \neg s_d &\Rightarrow O(d) = O(d) + 1, (\forall s_d \in S_{\text{Определенное}}). \end{aligned} \quad (4)$$

Как видно из (4), функция оценки доступа к данным приобретает ненулевое значение в трех случаях: при изменении состояния данных из начального в определенное; при изменении s_d из определенного в неопределенное; при изменении значения s_d в определенном состоянии.

Введение функции оценки доступа к данным позволяет путем подсчета количества изменений s_d выполнить оценку полноты данных модели.

В соответствии с особенностями рассматриваемого представления БПИС выполнение каждой процедуры сценария связано с упорядоченным набором свободных данных.

Определение. Упорядоченный набор свободных данных Kt_{Br_j} бизнес-процедуры Br_j представляет собой упорядоченные пары подмножеств свободных данных $D_{ADD_j}^1, D_{ADD_j}^2$, причем данные первого подмножества изменяют свое значение до начала реализации процедуры Br_j , а второго – в процессе ее выполнения:

$$\begin{aligned} \forall D_{ADD} \exists Kt_{Br_j}, Kt_{Br_j} &= (D_{ADD_j}^1, D_{ADD_j}^2), \\ t_{D_{ADD_j}^1}^{end} < t_{D_{ADD_j}^2}^{end}, t_{D_{ADD_j}^1}^{end} < t_{Br_j}^{beg}, t_{D_{ADD_j}^2}^{end} &\geq t_{Br_j}^{beg}, \quad j = \overline{1, J}, \end{aligned} \quad (5)$$

где D_{ADD} – множество свободных данных ситуации; $t_{D_{ADD_j}^1}^{end}, t_{D_{ADD_j}^2}^{end}$ – моменты времени последнего изменения состояния подмножеств $D_{ADD_j}^1, D_{ADD_j}^2$ соответственно; $t_{Br_j}^{beg}$ – момент начала выполнения процедуры Br_j .

Таким образом, упорядоченный набор Br_j свободных данных определяет последовательность появления свободных данных, необходимых для принятия решений по управлению процедурой Br_j на основе знаний в форме бизнес-правил.

Введение упорядоченного набора данных позволяет проверить непротиворечивость свободных данных, используемых соответствующей бизнес-процедурой. Действительно, упорядоченный набор данных с одной стороны задает возможный

порядок принятия решений по управлению процедурой, а с другой – фиксирует изменение состояния элементов данных.

Для выполнения оценки данных на основе (1) и (2) предлагаются критерии оценки полноты и непротиворечивости данных ситуационно-сценарной модели, отражающие особенности описания бизнес-процессов с изменяемой структурой.

Критерии оценки полноты и непротиворечивости имеют следующий вид.

Критерий полноты данных для ситуации Kr_{P_1} определяется следующим образом: каждый элемент структуры данных анализируемой ситуации должен быть проверен функцией оценки доступа к данным $O(d)$ по крайней мере один раз.

Если $\forall d \in D_l, \exists O(d) \geq 1$, то $Kr_{P_1} = true$,

$$D_l \in St_l, l = \overline{1, L}. \quad (6)$$

Критерий полноты данных для процедуры Kr_{P_2} определяется следующим образом: каждый элемент d_{IN} входных и d_{OUT} выходных данных анализируемой бизнес-процедуры Br_j , входящей в состав сценария ситуации, должен быть проверен функцией оценки доступа к данным $O(d)$ по крайней мере один раз.

Пусть $d_{IN} \in D_{IN_j}, Br_j \in Sc_i, d_{OUT} \in D_{OUT_j}$,

$$D_{IN_j}, D_{OUT_j} \subset D_l, j = \overline{1, J}$$

Если $\forall Br_j (\exists O(d_{IN}) \geq 1) \wedge (\exists O(d_{OUT}) \geq 1)$, (7)

то $Kr_{P_2} = true$.

Критерий непротиворечивости данных Kr_N определяется следующим образом: каждый элемент упорядоченного набора свободных данных $Kt_{D_{ADD_j}}$ анализируемой бизнес-процедуры Br_j должен быть проверен по крайней мере один раз.

Пусть $d_{ADD}^1 \in D_{ADD_j}^1, d_{ADD} \in D_{ADD_j}^2$,

$$D_{ADD_j}^1, D_{ADD_j}^2 \subset Kt_{D_{ADD_j}}, j = \overline{1, J}.$$

Если $(\forall Kt_{D_{ADD_j}}) \wedge$

$$\wedge (\exists O(d_{ADD}^1) \geq 1) \wedge (\exists O(d_{ADD}^2) \geq 1), \quad (8)$$

то $Kr_N = True$.

Предложенные критерии не зависят от типа оцениваемой бизнес-процедуры. Следовательно, в общем случае указанные критерии могут применяться к подпроцессам либо бизнес-процессам в целом.

Для решения сформулированной задачи предлагается метод оценивания полноты и непротиворечивости данных знание-ориентированной модели бизнес-процесса.

В соответствии с данным методом оценивание полноты и непротиворечивости данных включает в себя следующие основные этапы:

1. Присвоение исходных значений объектов данных в соответствии с тестовым набором данных.

2. Анализ ситуации в целом соответствии с критерием Kr_{p1} :

$$\forall St_l \in BPS_i, D_l \in St_l, \quad i = \overline{1, I}, \quad l = \overline{1, L}.$$

Если $\forall d \in D_l \quad Kr_{p1} = true$,

то $A_{Kr_{p1}}(D_l) = true$,

иначе $A_{Kr_{p1}}(D_l) = false$. (9)

3. Принятие решений о переопределении объектов данных на основании результатов этапа 1.

Если $A_{Kr_{p1}}(Br_j) = false$,

то корректировать D_l ,

иначе перейти к этапу 3. (10)

4. Выбор сценария, содержащего последовательность процедур БП в соответствии с тестовым набором данных.

5. Выбор процедуры в соответствии со сценарием.

6. Анализ процедуры в соответствии с критерием Kr_{p2} :

$$\forall St_l \in BPS_i, Sc_l \in St_l, \quad i = \overline{1, I}, \quad l = \overline{1, L}.$$

Если $\forall Br_j \in Sc_l \quad Kr_{p2} = True \Rightarrow$

$$\Rightarrow A_{Kr_{p2}}(Sc_l) = true. \quad (11)$$

7. Анализ процедуры в соответствии с критерием непротиворечивости Kr_N :

$$\forall St_l \in BPS_i, Sc_l \in St_l, \quad i = \overline{1, I}, \quad l = \overline{1, L}.$$

Если $\forall Br_j \in Sc_l \quad Kr_N = True \Rightarrow$ (12)

$$A_{Kr_N}(Sc_l) = true.$$

8. Принятие решений о корректировке модели БП на основании результатов этапов 6 и 7.

Если $A_{Kr_{p2}}(Br_j) = false$,

то корректировать $Br_j, R_{IN_j}, R_{OUT_j}$. (13)

Если $A_{Kr_N}(Br_j) = false$,

то корректировать $Sc, Br_j, R_{IN_j}, R_{OUT_j}$. (14)

Этапы 5-8 повторяются для всех процедур сценария.

Реализация предлагаемого метода связана с выполнением набора бизнес-правил, отражающих знания о взаимосвязи элементов в модели БПИС.

На основе указанных правил в результате анализа адекватности выполняется корректировка модели БПИС путем изменения взаимосвязей между ее элементами.

Разработанный метод оценки полноты и непротиворечивости данных ориентирован на выявление и локализацию ошибок и несоответствий при

реинжиниринге БПИС во время его функционирования с учетом изменившихся из-за различных воздействий элементов данных, а также до выполнения измененных фрагментов БП, что дает возможность достигнуть запланированного уровня результативности процесса.

Оценим количество проверок данных при тестировании полноты и непротиворечивости данных ситуации предложенной модели БП.

Число возможных проверок $A^*_{Kr_{p1}}$ при оценке полноты данных ситуационно-сценарной модели по критерию Kr_{p1} определяется следующим образом:

$$A^*_{Kr_{p1}} \leq \delta * |D|, \quad (15)$$

где $|D|$ – мощность множества данных рассматриваемой ситуации; δ – коэффициент, соответствующий количеству переходов между состояниями данных в модели.

Действительно, согласно критерию Kr_{p1} проверяется каждый элемент структуры данных анализируемой ситуации. Изменение состояния каждого элемента данных проверяется согласно выражению (4) и, следовательно, $\delta = 3$. Таким образом, выражение (15) принимает вид: $A^*_{Kr_{p1}} \leq 3 * |D|$.

Число возможных проверок $A^*_{Kr_{p2}}$ при оценке полноты данных процедуры по критерию Kr_{p1} определяется следующим образом:

$$A^*_{Kr_{p2}} \leq \delta * \prod_j (|D_{IN_j}| * |D_{OUT_j}|), \quad (16)$$

где D_{IN_j} – подмножество входных данных бизнес-процедуры Br_j ; D_{OUT_j} – подмножество выходных данных бизнес-процедуры Br_j .

В соответствии с (16) максимальное количество проверок данных по каждой Br_j определяется как $|D_{IN_j}| * |D_{OUT_j}|$ в силу зависимости между входными и выходными данными бизнес-процедуры. Зависимость между процедурами сценария определяет мультипликативный характер оценки (16).

Число возможных проверок данных $A^*_{Kr_N}$ при оценке непротиворечивости данных процедуры по критерию Kr_N определяется следующим образом:

$$A^*_{Kr_N} \leq \delta * \sum_j (|D_{ADD_j}^1| + |D_{ADD_j}^2|), \quad (17)$$

где $D_{ADD_j}^1$ – подмножество свободных данных, элементы которого изменяют свое значение до начала реализации процедуры Br_j ; $D_{ADD_j}^2$ – подмножество свободных данных, элементы которого изменяют свое значение в процессе выполнения процедуры Br_j .

Элементы подмножеств свободных данных $D_{ADD_j}^1$ и $D_{ADD_j}^2$ в общем случае являются взаимно независимыми, поэтому оценка (17) является аддитивной.

Выводы

Полученные критерии и метод оценивания полноты и непротиворечивости данных модели БПИС характеризуется проверкой набора данных, определяющих ситуации процесса, а также входных и выходных наборов данных для процедур сценария (включая, при необходимости, последовательность данных). Использование полученных результатов позволяет выявить несоответствия данных модели БПИС и реального процесса и выполнить соответствующую реорганизацию процесса на основе знаний, выраженных в форме бизнес-правил.

Список литературы: 1. Чалый С.Ф. Разработка технологии управления слабоструктурированными бизнес-процессами // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2006. – № 135. – С. 63-71. 2. Gottesdiener E. Turning rules into requirements // Application Development Trends, 1999. – [http://www.adtmag.com/section.asp?section=tools/Turning rules into requirements. htm](http://www.adtmag.com/section.asp?section=tools/Turning%20rules%20into%20requirements.htm). 3. Калянов Г.Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов. – М.: СИНТЕГ, 2000. 4. W.M.P. van der Aalst. Business Process Management Demystified: A Tutorial on Models, Systems and Standards for Workflow Management. In J. Desel, W. Reisig, and G. Rozenberg, editors, Lectures on Concurrency and Petri Nets, volume 3098 of Lecture Notes in Computer Science, pages 1-65. Springer-Verlag, Berlin, 2004. 5. Автоматизация управления предприятием / В.В. Баронов, Г.Н. Калянов, Ю.И. Попов и др. – М.: Инфра-М, 2000.

Поступила в редколлегию 3.10.2008

УДК 007.5

Оцінювання повноти і несуперечності даних для знання-орієнтованного представлення бізнес-процесів/ В.М. Левикін, С.Ф. Чалий // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал – 2008. – № 2 (69). – С. 115-119.

Сформовано критерії та розроблено метод оцінювання повноти і несуперечності даних знання орієнтованої моделі представлення бізнес-процесів із змінною структурою. Запропонований метод характеризується перевіркою набору даних, що визначають ситуації процесу, а також вхідних і вихідних наборів даних для процедур сценарію в моделі. Метод дозволяє виявити невідповідності даних моделі бізнес-процесу із змінною структурою та реального процесу. Реорганізація процесу виконується на основі визначених невідповідностей за допомогою знань про його функціонування, виражених у формі бізнес-правил.

Бібліогр.: 5 найм.

UDC 007.5

Evaluation of plenitude and uncontradiction of information for knowledge-oriented presentation of business-process/ V.M.Levikin, S.F.Chaliy // Bionics of Intelligence: Sci. Mag. – 2008. – № 2 (69). – P. 115-119.

The criteria and the method of evaluation of plenitude and uncontradiction of information for knowledge-oriented presentation of business-process with a variable structure is developed. The offered method is characterized by verification of datasets. That datasets are connected to scenario of model and determine the situations of process, input and output procedure's data. The method allows to find out data disparities of model of business process with a variable structure and real process. Reorganization of process is executed on the basis of certain disparities by knowledges about it functioning, expressed as business rules.

Ref.:5 items.