

В.А. Филатов, В.Е. Кучеренко

О МОДЕЛЯХ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ИЕРАРХИИ СЕТЕЙ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

В статье рассматриваются особенности управления иерархией взаимосвязанных задач на основе модифицированных предикатных и E-сетей в реальном масштабе времени. Определены условия маркирования метапозиций и выполнения метапереходов в условиях иерархии сетей. Разработана технология управления сетей с переменной структурой на основе модификации функции инцидентности. Приведены примеры практических реализаций.

ВВЕДЕНИЕ

В автоматизированных системах принятия решений и обработки информации, например, функционирующих в производственной области, в чрезвычайных ситуациях техногенного характера, возникает необходимость учета дополнительных факторов и данных, которые не предусмотрены системой при ее проектировании. К таким задачам можно отнести класс задач поиска ресурсов, для которых не выполняются условия поиска в основных источниках данных.

Эксперт может задействовать альтернативные средства или источники, которые могут находиться в дополнительном или резервном информационном фонде. В этом случае поставленная задача будет решена за счет увеличения времени, что снижает эффективность подхода. Естественно, что в автоматизированной системе принятия решений могут быть заложены и реализованы соответствующие алгоритмы, но это приведет к значительным затратам вычислительных и временных ресурсов [1,2]. Применение для этих целей имитационно-управляющих моделей дает принципиальные возможности управления, генерации и подключения подчиненных задач на основе иерархии сетей только в случае реальной необходимости. При этом нерациональные связи и решения исключаются из рассмотрения путем модификации структуры модели и решаемых задач. В настоящее время такие решения в практических реализациях отсутствуют или носят преимущественно постановочный характер, что и определяет актуальность разработки.

Целью проводимых исследований является определение средств и методов снижения затрат вычислительных и временных ресурсов в задачах обработки данных. Поставленная цель достигается путем моделирования взаимосвязанных задач в пространстве состояний на основе иерархии сетей.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Пусть задана структура инструментальных средств принятия решений в виде некоторой совокупности

последовательно-параллельно взаимодействующих задач $\{\Omega_\gamma\}, \gamma \in H$. В процессе их выполнения некоторое подмножество задач

$$\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\alpha\}, \gamma_1 \in H_1, H_1 \subset H \quad (1)$$

может быть выполнено с привлечением дополнительно подчиненных им задач

$$\{\Omega'_{\gamma_1}\}, \gamma_1 \in H_1, H_1 \subset H. \quad (2)$$

Расширение подмножества задач $\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\alpha\}$ на $\{\Omega'_{\gamma_1}\}, \gamma_1 \in H_1, H_1 \subset H$ может носить как постоянный, так и временный характер, что приводит к сложной, многоуровневой иерархии подзадач. Это, в свою очередь, ведет к дополнительным затратам вычислительных ресурсов. Задача проводимых исследований может быть сформулирована следующим образом: разработать эффективные процедуры динамического анализа и синтеза иерархии взаимосвязанных подзадач (1) и (2). Методы решения должны быть ориентированы на современные информационные технологии.

2 МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАЧ

Перспективным направлением комплексного решения поставленных задач является моделирование взаимодействующих процессов моделями на основе расширений предикатных сетей Петри [3, 4] и оценочных E-сетей [5]. Достоинства такого подхода основаны на возможностях учета множества условий, определяемых предметной областью, и наличием механизмов управления пространством состояний и структурой сети [6].

Рассмотрим возможности управления пространством состояний и структурой сетей в условиях иерархии взаимодействующих задач. С этой целью введем понятие интерпретированных метапозиций $\{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$ и интерпретированных метапереходов $\{t_\beta^{(IM)}\}, \beta \in B$ сети S .

Определение 1. Интерпретированной метапозицией $p_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$ сети n -ого уровня будем называть такую позицию $p_j \in P$, которая включает некоторую подчиненную сеть S' или ее фрагмент.

Определение 2. Интерпретированным метапереходом $t_\beta^{(IM)} \in \{t_\beta^{(IM)}\}, \beta \in B$ сети n -ого уровня будем называть такой переход $t_i \in T$, который включает некоторую подчиненную сеть S' или ее фрагмент.

Утверждение 1. Подчиненная сеть S' интерпретирует некоторое подмножество подчиненных задач (2). Доказательство утверждения следует из интерпретации позиций и переходов сетей [1, 2], а также иерархии представления моделируемых задач.

Следствие из утверждения 1. Запуск сети S' (маркирование входных позиций) осуществляется выполнением некоторого входного перехода $t_i \in T(I)$ позиции $p_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$. Маркирование метапозиции $p_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$ сети S определяется условием выполнения сети S' . Выполнение метаперехода $t_\beta^{(IM)} \in \{t_\beta^{(IM)}\}, \beta \in B$ сети S определяется условием выполнения сети S' .

На некотором иерархическом уровне из $S \cup S'$ часто возникает необходимость:

- генерации дополнительных переходов и позиций, что определяются логикой моделируемых процессов и являются разрешенными;
- генерации дополнительных входных и выходных связей для подмножества переходов, которые определяются логикой моделируемых процессов и являются разрешенными

$$I \supset I'', O \supset O''; \quad (3)$$

- устранения входных и выходных связей для подмножества переходов, которые определяются логикой моделируемых процессов и являются нераціональними

$$I \supset I''', O \supset O'''. \quad (4)$$

Таким образом, получаем реальную возможность управления структурой, пространством состояний сети и настройки ее на решение поставленных проблем.

3 ПОСТРОЕНИЕ ИЕРАРХИИ СЕТЕЙ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ПОДЗАДАЧ С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

Рассмотрим особенности построения сетей и управление динамикой моделирования процессов обработки данных с использованием модифицированных предикатных сетей и модифицированных E -сетей.

Модифицированные предикатные сети. Учитывая известные сложности при интерпретации и моделировании процессов обработки данных предикатными сетями [3, 4], признано целесообразным применение следующей модификации сетей:

$$S_{PR} = \langle P, T, F, A_\tau, C, \{V_s\}, K, M_0 \rangle, \quad (5)$$

где P - множество позиций; T - множество переходов; F - функция инцидентностей позиций и переходов; C - функция цвета маркера; A_τ - параметр времени, отнесенный ко всем компонентам сети: P, T, F, M_0 ; V_s - условие выполнения переходов $t_k \in T, k \in K$, отнесенных к компонентам сети: $V_{p_k 1}$ - условие выполнения $t_k \in T$,

$k \in K$, отнесенное к его входным позициям; $V_{p_k 0}$ - условие выполнения $t_k \in T, k \in K$, отнесенное к его выходным позициям; V_{t_k} - условие выполнения $t_k \in T, k \in K$, отнесенное непосредственно к этому переходу; $V_{M_{p_l}}$ - условие выполнения $t_k \in T, k \in K$, отнесенное к маркированию ему инцидентных позиций, $l \in L$; V_f - условие выполнения $t_k \in T, k \in K$, отнесенное к его входным и выходным дугам инцидентных позиций; K - емкость маркеров в позициях с учетом C ; M_0 - вектор начальной маркировки.

Условие выполнения перехода V_s включает также такие свойства, как надежность, сложность, стоимость, степень достоверности конкретного события.

Анализ возможных решений показал, что для сети (5), в задачах моделирования процессов подчиненных задач на основе сетей S' удобно применение интерпретированной метапозиции $p_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$. Это определяется тем, что собственно позиции в (5) интерпретируют условия выполнения действий моделируемых событий, а также определяют пространство состояний модели.

Пусть существует множество решаемых задач $\{\Omega_\alpha\}$, $\alpha \in A$, представленных сетью S_{PR} (5), некоторое подмножество из которых (1), представлено подсетью S' . В связи с этим рассмотрим возможные пути их функционирования для следующих случаев.

Утверждение 2. Если результатом выполнения сети S' будет маркирование метапозиции $p_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$, которой принадлежит эта сеть, то указанная метапозиция $p_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$ является одновременно входной и выходной для сети, моделирующей подчиненные задачи. Доказательство утверждения основано на интерпретации множества подчиненных задач и определении метапозиции.

Утверждение 3. Если результатом выполнения сети S' будет маркирование другой метапозиции $p'_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$, которой не принадлежит эта сеть, то метапозиция $p_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$ является входной, а метапозиция $p'_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$ принадлежит к множеству выходных позиций сети S' , моделирующей подчиненные задачи.

Доказательство утверждения основано на интерпретации множества подчиненных задач и определении метапозиции.

Следствие из утверждения 3. Из утверждений 2, 3 непосредственно следует необходимость задания приоритетов выполнения выходных переходов метапозиции. Естественно, что переходы сети (5) по умолчанию имеют приоритет, что определяется условием V_s сети S_{PR} . Условие $V_{p_k 1}$ определяет приоритет перехода сети S' .

Следует учесть, что в практических реализациях имеет место как ситуация, определяемая утверждением 2, так и ситуация, определяемая утверждением 3. Это требует построения результирующей сети с учетом положений следствия 4 и использования расширенного толкования приоритетности выполнения переходов сетей S и S' .

Модифицированные E -сети. Существующие ограничения E -сетей не позволяют их эффективное использование в практических приложениях [5]. В связи с этим предлагается следующее развитие E -сетей:

$$E^{(m)} = \langle P, T, I(T), O(T), Q, \Theta, M_0 \rangle, \quad (6)$$

где P - конечное множество позиций; T - конечное множество переходов; $I(T), O(T)$ - соответственно связи входных и выходных позиций переходов T ; Q - конечное множество вычислительных процедур, которые управляют выполнением переходов и исключают конфликты на переходах сети; Θ - конечное множество условий выполнения компонент сети, пространства состояний сети и процедур перехода, которые управляют сменой цвета (атрибутов) маркера, определяют приоритеты входных и выходных позиций перехода, функцию времени As выполнения переходов; M_0 - вектор начальной маркировки E -сети.

Анализ возможных решений показал, что для сети (6), в задачах моделирования процессов подчиненных задач на основе сетей S' рационально применение интерпретированной метапозиции $p'_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$ и интерпретированного метаперехода $t_\beta^{(IM)} \in \{t_\beta^{(IM)}\}, \beta \in B$.

В связи с этим рассмотрим следующие ситуации.

Утверждение 4. Пусть фрагмент сети (6) содержит некоторое подмножество инцидентных переходов A и позиций P , причем $P \supset B, P \supset \{Rc\}, \{Rc\} = \emptyset$, где B - множество периферийных позиций, $\{Rc\}$ - множество вычислительных позиций, управляющего выполнением некоторых переходов из T . Тогда для фрагмента сети (6) в задачах моделирования процессов подчиненных задач на основе сетей S' необходимо применение интерпретированной метапозиции $p'_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$.

Доказательство утверждения 4, по аналогии с модифицированной вычислительных позиций, управляющего выполнением некоторых переходов из T .

Из рассмотренного выше следует: для фрагмента сети (6) в задачах моделирования на основе сетей S' необходимо применение интерпретированной метапозиции $p'_\alpha^{(IM)} \in \{p_\alpha^{(IM)}\}, \alpha \in A$ предикатной сети, основанной на том, что собственно позиции в данном фрагменте для случая $\{Rc\} = \emptyset$, интерпретируют условия выполнения действий моделируемых событий, а их маркирование определяет пространство состояний сети.

Следствие из утверждения 4. С учетом положений утверждения 4 отметим, что для рассматриваемого случая справедливы положения утверждений 2 и 3, а также следствия 4 и 5. Это позволяет на единой методоло-

гической основе решать некоторый комплекс задач по моделированию процессов обработки данных как модифицированными предикатными сетями, так и модифицированными E -сетями.

Рассмотрим случай, когда сеть или фрагмент сети (6) содержит некоторое подмножество инцидентных переходов T и позиций P , причём $\{Rc\} \neq \emptyset$ и для моделирования подчиненных задач $\{\Omega'_{\gamma_1}\}, \gamma_1 \in H_1, H_1 \subset H$ предложена сеть S' .

Утверждение 5. Пусть фрагмент сети (6) содержит некоторое подмножество инцидентных переходов T и позиций P , причём $P \supset B, P \supset \{Rc\}, \{Rc\} = \emptyset$, где B - множество периферийных позиций, $\{Rc\}$ - множество вычислительных позиций, управляющих выполнением некоторых переходов из T . Тогда для фрагмента сети (6), в задачах моделирования процессов подчиненных задач на основе сетей S' , необходимо применение в качестве перехода, для которого позиция Rc является входной, интерпретированного метаперехода $t_\beta^{(IM)} \in \{t_\beta^{(IM)}\}, \beta \in B$.

Доказательство утверждения 5 основано на свойствах и интерпретации перехода с входной позицией Rc . Действительно, согласно [5] переход, для которого $\{Rc\} \neq \emptyset$ и $(|P(I)| \vee |P(O)|) > 1$, интерпретирует соответственно или продолжение действий по окончании, по крайней мере, одного из предыдущих или продолжение действий по логическому условию с исключением возможных конфликтов. Таким образом, указанный переход функционально представляет собой некоторую позицию, для которой существует или несколько входных переходов $|T(I)| > 1$ или несколько выходных переходов $|T(O)| > 1$, а это приводит к положениям утверждений 2 и 3.

Следствие из утверждения 5. С учетом положений утверждения 5 отметим, что для рассматриваемого случая не справедливы положения следствия 4 и 5, так как необходимо определить и уточнить дополнительные условия выполнения интерпретированного метаперехода $t_\beta^{(IM)} \in \{t_\beta^{(IM)}\}, \beta \in B$ и маркирования позиции $Rc \in \{Rc\}$.

Утверждение 6. Если для интерпретированного метаперехода $t_\beta^{(IM)} \in \{t_\beta^{(IM)}\}, \beta \in B$ условие его выполнения Θ_i не удовлетворено условием Θ_p маркирования его входной или выходной позиции, то в позицию $Rc \in \{Rc\}$ для этого перехода вносится метка $M(Rc)_S = 1$, определяющая запуск сети S' . Справедливость утверждения 6 становится очевидной, если принять во внимание определение и интерпретацию позиции $Rc \in \{Rc\}$.

Утверждение 7. Если результатом выполнения сети S' будет маркирование ее выходной позиции из B , инцидентной рассматриваемому интерпретированному метапереходу $t_\beta^{(IM)} \in \{t_\beta^{(IM)}\}, \beta \in B$, то она определяет его разрешение и запуск. Доказательство утверждения основано на интерпретации множества подчиненных задач и определении метаперехода.

При выполнении условий утверждения 7 реализуется механизм извлечения из позиции $Rc \in \{Rc\}$ метки $M(Rc)_S = 1$ с цветом запуска S' , что определяет функционирование сети S согласно логике моделируемых задач.

4 УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ФУНКЦИИ ИНЦИДЕНТНОСТИ

В процессе моделирования и выполнения некоторых действий из $\{\Omega_\gamma\}, \gamma \in H$ возникают ситуации, когда некоторое подмножество действий или задач $\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\gamma\}, \gamma_1 \in H_1$ не могут быть реализованы средствами, моделируемыми сетью S . В этом случае возможны следующие ситуации:

- а) задачи из $\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\gamma\}, \gamma_1 \in H_1$ могут быть реализованы генерацией дополнительных связей согласно (3);
- б) задачи из $\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\gamma\}, \gamma_1 \in H_1$ могут быть реализованы устранением некоторых связей согласно (4);
- в) задачи из $\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\gamma\}, \gamma_1 \in H_1$ могут быть реализованы генерацией дополнительно переходов и позиций сети, а также связей согласно (3) и устранением запрещенных связей согласно (4);
- г) задачи из $\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\gamma\}, \gamma_1 \in H_1$ не могут быть реализованы указанными способами.

Модифицированные предикатные сети. Генерация дополнительных связей, позиций и переходов осуществляется с учетом интерпретации компонент модели, условия V_s , цвета C маркера в некоторой позиции. Удаление нерациональных (запрещенных) связей, позиций и переходов осуществляется с учетом интерпретации компонент модели, условия V_s , цвета C маркера в некоторой позиции.

Генерация связей из F в (5) осуществляется на основе разрешенных связей (3), обеспечивающих устойчивое решение поставленных задач в заданном пространстве состояний. Исключение из F в (5) запрещенных связей (4) осуществляется на основе нерациональных (запрещенных) связей (4), которые не обеспечивают устойчивое решение поставленных задач в заданном пространстве состояний.

Для случая г) возникает необходимость реализации задач $\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\gamma\}, \gamma_1 \in H_1$, что решается путем генерации сети S' . Состав и размерность сети S' определяется комплексом решаемых подчиненных задач на основе интерпретации компонент сети S_{PR} . Это положение следует непосредственно из того, что множество задач (1) моделируется на единой методологической основе средствами сети (5).

Результаты могут быть распространены и на некоторую иерархию модифицированных предикатных сетей S' с учетом их особенностей и необходимости генерации метапозиций.

Модифицированные E-сети. Генерация дополнительных связей, позиций и переходов осуществляется с

учетом интерпретации компонент модели, множества вычислительных процедур Q , множества условий выполнения компонент сети, пространства состояний сети и процедур перехода.

Генерация связей из F в (6) осуществляется на основе разрешенных связей (3), обеспечивающих устойчивое решение поставленных задач в заданном пространстве состояний. Исключение из F в (6) запрещенных связей (4) осуществляется на основе нерациональных (запрещенных) связей (4), которые не обеспечивают устойчивое решение поставленных задач в заданном пространстве состояний.

Для случая г) возникает необходимость реализации задач $\{\Omega_{\gamma_1}\} \subset \{\Omega_\gamma\}, \gamma_1 \in H_1$, что решается путем генерации сети S' . Состав и размерность сети S' определяется комплексом решаемых подчиненных задач на основе интерпретации компонент сети $E^{(m)}$. Это положение следует непосредственно из того, что множество задач (1) необходимо моделируется на единой методологической основе средствами сети (6).

Полученные результаты могут быть, по аналогии с модифицированными предикатными сетями, распространены и на некоторую иерархию модифицированных E-сетей S' с учетом их особенностей и необходимости генерации метапозиций и метапереходов.

5 ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Рассмотрим задачи, наиболее часто встречающиеся в системах поддержки принятия решений.

Задача 1. Ресурс типа A_1 обеспечен информационной поддержкой и хранится в файлах баз данных, например .dbf, $B_{11}, B_{12} \dots B_{1n}, n \in N$, где N - количество баз данных. Условие поиска для рассматриваемого фрагмента системы принятия решений формулируется следующим образом: определить заданное количество ресурса типа $A_1 = A_1^*$, на множестве $\{B_{11}, B_{12} \dots B_{1n}\}, n \in N$. Поиск решения осуществляется двумя типами действий - на первом шаге ПОИСК по базе данных B_1 , если условие не выполняется, осуществляется ОБЪЕДИНЕНИЕ баз данных $B_1 + B_2$ и поиск повторяется. Процедура поиска и объединения баз данных может осуществляться в терминах структурированного языка запросов SQL, с использованием опций SELECT и INSERT.

Например: Select sum([A1]), from b1.dbf; Insert into b1...Select b2....From b2.

Представим фрагмент рассмотренной выше задачи в виде модифицированной предикатной сети Петри S (рис.1). Множество позиций $\{p_0, p_1\}$ интерпретируют соответственно входное и выходное условие выполнения действия, что представлено на сети переходом t_0 , множество позиций $\{p_1, p_2\}$ интерпретируют соответственно входное и выходное условие выполнения действия t_1 . Вектор начальной маркировки $M_0 = (1, 0, 0)$ определяет начальное пространство состояний сети.

Описание основных ограничений, представленных на рис.1. V_{p_k1} - входное условие выполнения перехода $t_1 \in T, k \in K, V_{p_k0}$ - выходное условие выполнения перехода t_1 . Если входное условие выполнения перехода t_1 не удовлетворено: $V_{p_k1} \neq V_{t_k}$, то для данного перехода $t_1 \in T, k \in K$ генерируется подчиненная сеть S' , где позиция p_1 является метапозицией. На рис.2 представлена расширенная сеть $S \cup S'$. Вектор начальной маркировки $M_0 = (1, 0, 0, 0, 0)$ определяет начальное пространство состояний сети.

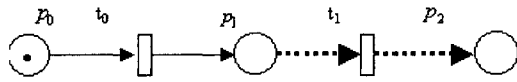


Рисунок 1 - Сеть Петри S

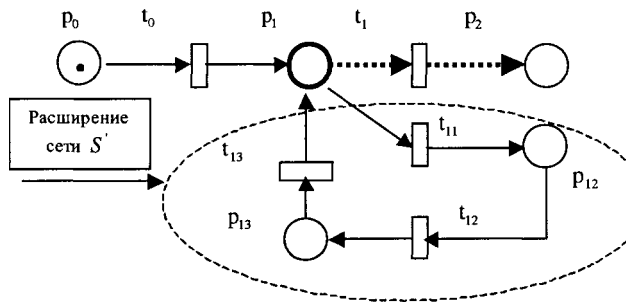


Рисунок 2 - Сеть Петри S с расширением S'

Для решения задачи $\text{Select sum}([A1]), \text{from } b1.dbf$ средствами сети S' моделируется и подзадача $\text{Insert into } b1... \text{Select } b2... \text{From } b2$. Маркировка позиции p_{13} и выполнение перехода t_{13} маркирует метапозицию p_1 , что запускает выполнение сети S . Если искомое решение не выполнимо средствами $S \cup S'$, то осуществляем иерархию задач на основе поиска решений из множества $\{B_{11}, B_{12} \dots B_{1n}\}, n \in N$ путем объединения баз данных $B_1 + B_2$ и расширения сети S' .

Рассмотрим модификацию задачи 1.

Задача 2. Ресурс типа A_1 обеспечен информационной поддержкой и хранится в файлах двух систем баз данных, например .dbf: $B_{11}, B_{12} \dots B_{1n_1}, n_1 \in N_1, N_1 \in N; B_{21}, B_{22} \dots B_{2n_2}, n_2 \in N_2, N_2 \in N$, где N - количество баз данных. Условие поиска для рассматриваемого фрагмента системы принятия решений по аналогии с условием задачи 1, формулируется следующим образом: определить заданное количество ресурса типа $A_1 = A^*$, на множествах $\{B_{11}, B_{12} \dots B_{1n_1}\}, n_1 \in N_1$ и $\{B_{21}, B_{22} \dots B_{2n_2}\}, n_2 \in N_2$.

Поиск решения осуществляется для двух систем баз данных двумя типами действий - на первом шаге ПОИСК по базе данных B_1 , если условие не выполняется, осуществляется ОБЪЕДИНЕНИЕ баз данных $B_1 + B_2$

и поиск повторяется. Процедура поиска и объединения баз данных может осуществляться в терминах структурированного языка запросов SQL, с использованием опций SELECT и INSERT. Искомое решение определяется путем оптимального выбора из существующих решений, удовлетворяющих условию обеспечения ресурса типа $A_1 = A^*$ и некоторым дополнительным ограничениям.

Представим фрагмент рассмотренной выше задачи в виде модифицированной E-сети S (рис. 3). Множества позиций $\{p_{20}, p_{21}\}$, интерпретируют входное и выходное условие выполнения действий, что представлены переходами $\{t_{10}, t_{20}\}$; множества позиций $\{p_{11}, p_{12}\}, \{p_{21}, p_{22}\}$ интерпретируют, соответственно, входное и выходное условие выполнения действий, представленных переходами t_{11}, t_{21} для каждой из подсетей S_1, S_2 .

Позиция R управляет выбором из альтернативных решений S_1 или S_2 и исключает возможные конфликты. Вектор начальной маркировки $M_0 = (1, 0, 0, 1, 0, 0, (M(Rc) = 0 \text{ or } 1), 0)$ определяет начальное пространство состояний сети.

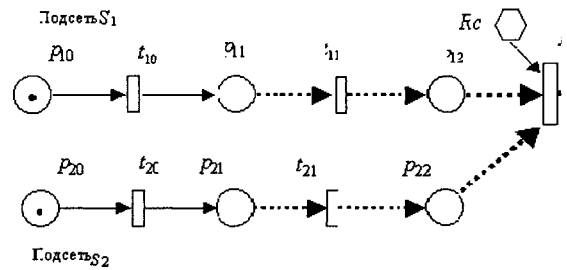
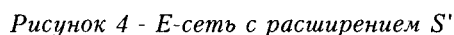


Рисунок 3 - E-сеть S

Рассмотрим случай генерации подчиненной сети S' для подсети S_1 . На рис.4 представлена расширенная сеть, где позиция p_{11} является метапозицией.

Вектор начальной маркировки определяет начальное пространство состояний сети. Согласно (6), введем входные условия выполнения соответственно переходов $t_{11} \in T, k \in K, t_{21} \in T, k \in K - \Theta_{p_{11}}, \Theta_{p_{21}}$. Если входное условие Θ_{p_k1} выполнения перехода не удовлетворено: $\Theta_{p_k1} \neq \Theta_{t_k}$, то для данного перехода из $t_{11} \in T, k \in K, t_{21} \in T, k \in K$ генерируется подчиненная сеть S' .

С целью решения задачи средствами сети S' моделируется и реализуется процедура $\text{Insert into } b1... \text{Select } b2... \text{From } b2$. Маркировка позиции p_{13} и выполнение перехода t_{13} маркирует метапозицию p_{11} , что запускает выполнение сети S . Если искомое решение не выполнимо средствами $S \cup S'$, то оно может быть реализовано средствами, которые моделируются подсетью S_2 , или на основе иерархии задач путем поиска решений из множеств $B_{11}, B_{12} \dots B_{1n_1}, n_1 \in N_1, N_1 \in N; B_{21}, B_{22} \dots B_{2n_2}, n_2 \in N_2, N_2 \in N$ объединением баз данных $B_1 + B_2$ и расширения сети S' .



Полученные результаты могут быть распространены и на некоторую иерархию сетей подчиненных сетей с учетом их особенностей и необходимости генерации метапозиций и метапереходов. Практическая значимость полученных научных результатов состоит в следующем:

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

- Надійшла 26.03.04

The paper deals with the problem of control of information resources by means of software agent technology. Taking dynamic properties of the controlled objects into account, an approach to the construction of behaviour model based on modified Petri nets. The offered models can be used for development the systems for administration of information resources in the allocated computing systems. The given example illustrates the offered approach.