LITERATURA

1. Popkov V. K. Matematicheskie modeli zhivuchesti sete svjazi. VC SO AN SSSR, Novosibirsk. 1990.- 233 s.
2. Popkov V.K. Matematicheskie modeli svjaznosti. IVMiMG SO RAN. Novosibirsk, 2006. – 490 str.
3. Popkov V.K., Kaul' S.B. i dr. Metody optimizacii struktur zonovyh setej svjazi. VC SO AN SSSR, Novosibirsk. 1983. -182 s.
4. Popkov V.K. Matematicheskie modeli i metody optimizacii gorodskih transportnyh sistem. Materialy IV Vserossijskoj konferencii «Problemy optimizacii i jekonomicheskie prilozhenija», 29 ijunja 4 ijulja 2009g., Omsk, 2009.s.80-81

УДК 004.942

Утепбергенов Ирбулат Туремуратович – д.т.н., профессор (г.Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева)

Ахмедиярова Айнур Танатаровна – докторант, старший преподаватель (г.Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева)

Касымова Динара Тугелбековна - докторант, старший преподаватель (г.Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева)

О ЗАДАЧЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕГУЛЯРНОГО ГОРОДА С ПОМОЩЬЮ СЕТИ ПЕТРИ

В работе рассматривается математическая модель, постановка и алгоритмы решения задачи синхронизации светофора с помощью сети Петри.

Очевидно, что в постановке задачи надо учесть все виды транспорта, возможность транзитных пересадок, пешие переходы, как от дома до остановки, так и между остановками транспорта (в транспортных узлах). Таким образом, формальная постановка задачи должна содержать в себе все перечисленные факторы, включая множество остановок, которые имеются и которые нельзя перенести [1-5].

«Регулярным» городом называется город, который обладает симметрией, по крайней мере, приблизительно. Для таких симметрических городов строится сеть Петри, описывающая синхронизацию между всеми светофорами города, основанная на виртуальной циркуляции автомобилей на данной скорости и простого описания потоков этих автомобилей [1-3].

Для оптимизации проведения времени в системе автомобилем нужно разрабатывать «зеленые волны». Если правильно выбрать продолжительность цикла, то можно разработать четыре системы совместимых зеленых волн такие, что автомобиль может проехать между двумя точками города с предписанной скоростью, встретив максимум один красный свет. Этот результат является действительным только тогда, когда нет насыщения, когда потоки на всех улицах меньше, чем виртуальный поток машин. Предположение о геометрических закономерностях в городе не столь строго. Это может быть достигнуто зачастую путем адаптации скорости на каждой части улицы таким образом, что время, необходимое для прохождения каждого блока оставалось бы одинаковым [5-7].

Сначала необходимо сделать предположение о том, что автомобили являются виртуальными, то есть реальные автомобили не обязаны двигаться, как виртуальные. Виртуальные автомобили полезны при исследовании идеального координирования. Потоки реальных машин не могут быть больше, чем потоки виртуальных.

Моделирование перекрестка.

Сеть Петри, связанная с перекрестком [8-9], приведена на рисунке 1. Обозначим через $x_0(t)$ и $x_1(t)$ общее число зеленых фаз, которые произошли на каждом из двух светофоров до момента t. Продолжительности зеленой фазы двух светофоров обозначаются соответственно τ и ν.

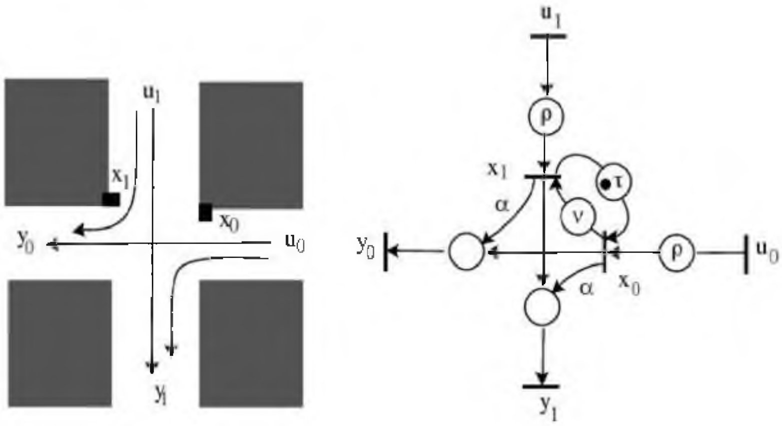

Рисунок 1 – Сеть Петри на перекрестке

Мы предполагаем, что количество автомобилей, которые могут пересекать перекресток, пропорционально длине соответствующей фазы зеленого с коэффициентом, который мы выбираем равным единице. Подразумевается на каждом перекрестке доля транспортных средств, равная a, поворачивает только в одну сторону. Обозначим через $u_0(t)$ и $u_1(t)$ общее число легковых автомобилей, прибывших на перекресток до времени t, и $y_0(t)$ и $y_1(t)$общее число автомобилей, которые покинули перекресток до времени t.

Соотношение между входами u и выходами y является уравнением стохастического динамического программирования, где функция Беллмана есть x:

$$x = a \otimes x \oplus b \otimes u, \quad y = cx \quad , \tag{1}$$

где

$$a = \begin{bmatrix} \varepsilon & \gamma\delta^{\tau} \\ \delta^{\nu} & \varepsilon \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} \delta^{\rho}/\nu & \varepsilon \\ \varepsilon & \delta^{\rho}/\tau \end{bmatrix}, c = \begin{bmatrix} (1-\alpha)\nu & \alpha\tau \\ \alpha\tau & (1-\alpha)\tau \end{bmatrix},$$

где $\oplus$обозначает minplus сложение матриц , $\otimes$- minplus умножение матриц (замена сложения на минимум и умножения на сложение в обычном матричном умножении, $\varepsilon = \infty, e = 0$), δ- это единичный сдвиг во времени ($\delta v(t) = v(t-1)$) и γ является единичным сдвигом в нумерации ($\gamma v(t) = 1 + v(t)$).

С помощью этих обозначений в первом уравнении (1) получаем:

$$x_0(t) = min\{1 + x_1(t-\tau), u\,(t-\rho)/\nu\}, y_0(t) = (1-\alpha)\nu x_0(t) + \alpha\tau x_1(t).$$

Важно обратить внимание, что произведение матриц y = cx, является стандартным.

Очевидно, эти уравнения динамического программирования (1) нелинейны ни в minplus алгебре, ни в стандартной. Использование minplus матричного умножения является лишь удобным и компактным способом написания векторных уравнений.

Моделирование блока перекрестков.

Рассмотрим регулярный город, состоящий из разделенных улицами квадратов (с противоположным направлением движения для последовательных улиц).

Для определения динамики этой системы, было бы полезно сначала определить динамику блока, состоящего из четырех перекрестков. Динамика блока определяется сетью Петри, приведенной на рисунке 2. Соответствующие уравнения:

$$\chi_i = a \otimes \chi_i \oplus b \otimes \pi^i \otimes c\chi_{i-1} \oplus b \otimes \pi^{i-1} \otimes E \otimes u_i,\ \ y_i = E' \otimes \pi^i \otimes c\chi_i,\ \ i = 0, 1, 2, 3,$$

где

$$\chi_i = \begin{bmatrix} x_{2i} \\ x_{2i+1} \end{bmatrix},\ \ \pi^1 = \pi^3 = \begin{bmatrix} e & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon \end{bmatrix},\ \ \pi^0 = \pi^2 = \begin{bmatrix} \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & e \end{bmatrix},\ E = \begin{bmatrix} e \\ e \end{bmatrix},$$

и расчет для индекса i был сделан по модулю 4.

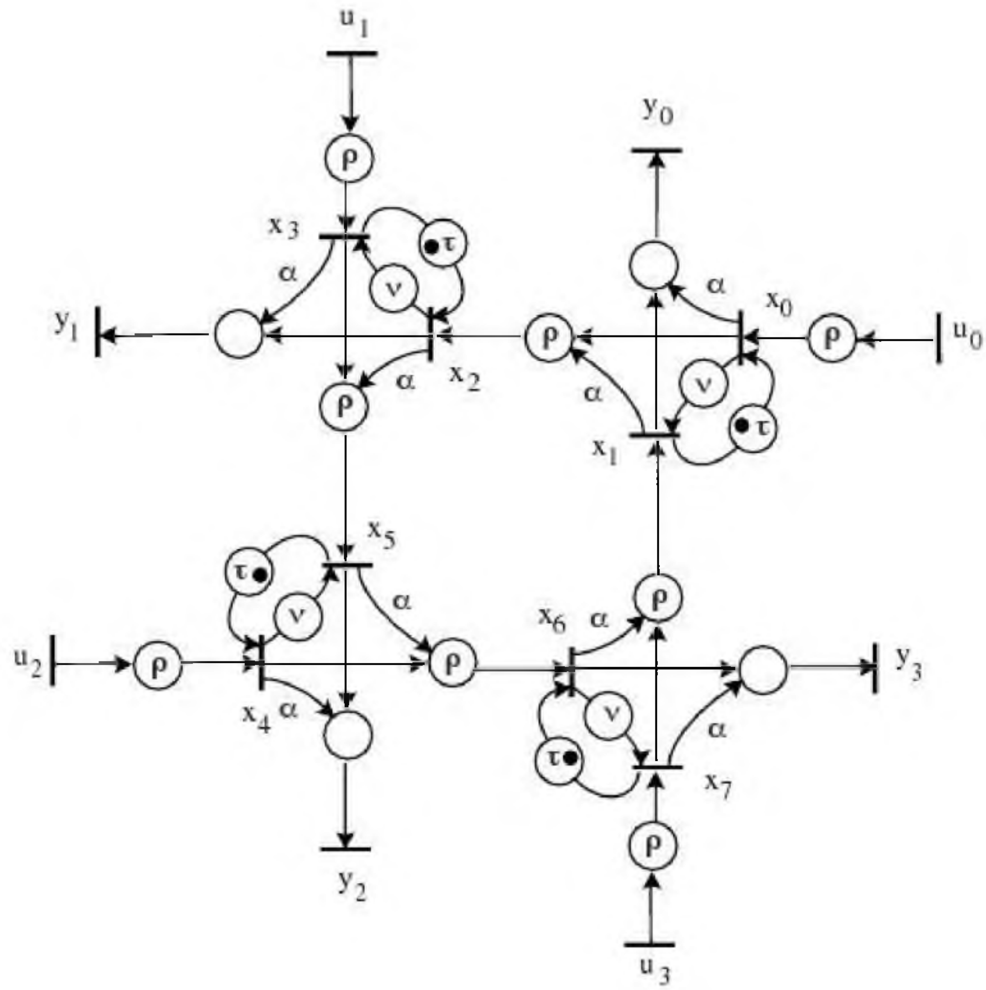

Рисунок 2 – Сеть Петри для блока из четырех перекрестков

Это система с 8 состояниями, 4 входами и 4 выходами системы, что можно формально записать, как:

$$x = A \otimes x \oplus B \otimes u,\ \ y = Cx,$$

где A - это 8 х 8 нелинейный оператор:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a & \epsilon & \epsilon & b\pi^0 c \\ b\pi^1 c & a & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & b\pi^0 c & a & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & b\pi^1 c & a \end{bmatrix}.$$

Наличие стационарного режима сразу гарантирует существование недисконтируемой интерпретации стохастического контроля этого уравнения динамического программирования. Для этого достаточно, чтобы

$$(1-\alpha)\nu + \alpha\tau = \nu, (1-\alpha)\tau + \alpha\tau = \tau,$$

где положили $\nu = \tau$.

На самом деле, α, ν и τ могут зависеть от перекрестка, и в данном случае достаточным условием становится:

$$\alpha_{q-1}\tau_{q-1} + (1-\alpha_{q-2})\nu_{q-2} = \nu_q, q\text{чётно},$$
$$\alpha_{q-3}\nu_{q-3} + (1-\alpha_{q-2})\tau_{q-2} = \tau_q, q\text{нечётно}.$$

Моделирование регулярного города.

Регулярный город состоит из блоков, которые мы можем нумеровать парой (I, J), где I это координата “запад-восток” (W-E) блока и J координата “юг-север” (S-N).

Тогда в динамике полного города можно написать:

$$x_{IJ} = Ax_{IJ} \oplus \mathcal{A}_0 x_{I+1,J} \oplus \mathcal{A}_1 x_{I,J+1} \oplus \mathcal{A}_2 x_{I-1,J} \oplus \mathcal{A}_3 x_{I,J-1},$$

где

$$\mathcal{A}_0 = \begin{bmatrix} \epsilon & b\pi^1 c & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \end{bmatrix}, \quad \mathcal{A}_1 = \begin{bmatrix} \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & b\pi^0 c & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \end{bmatrix},$$

$$\mathcal{A}_2 = \begin{bmatrix} \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & b\pi^1 c \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \end{bmatrix}, \quad \mathcal{A}_3 = \begin{bmatrix} \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ \epsilon & \epsilon & \epsilon & \epsilon \\ b\pi^0 c & \epsilon & \epsilon & \epsilon \end{bmatrix}.$$

Как было показано выше, предыдущий тип системы мог быть решен эффективно. Но для этой системы придется оптимизировать некоторые параметры. Например, мы должны провести первоначальное обозначение в местах, соответствующих улице (те, содержащей P на рис 3), время горения зеленого и красного света. Когда нет насыщения, можно подобрать довольно хорошие параметры и получить систему зеленых волн, которая позволяет проезд между двумя точками в городе с максимум одним красным светом.

Минусы этой модели очевидны: она адекватна только в симметричных городах, при небольших плотностях потока. Кроме того, требуется вручную регулировать множество параметров, что делает ее пока неподходящей к регулированию перекрестка в общем случае.

Выводы:

1. Проведен анализ методов моделирования и управления движением транспорта через перекресток.
2. Определена пропускная способность сетей Петри.
3. Рассмотрено моделирование перекрестков и блока перекресток с использованием нечетной логики в управлении светофором. Результаты сравнения автоматических контролеров, основанных на нечетной логике, показали выигрыш во времени прохождения автомобилями перекрестка по сравнению с обычными методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. A.Schadschneider, M.Schreckenberg Cellular automata for traffic flow:analytical results //http://arXiv.org/abs/cond-mat/9511037v1
2. Ayad Mashaan Turky и др. The Use of Genetic Algorithm for Traffic Light and Pedestrian Crossing Control // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.2, February 2009, pp. 88-96.
3. B.Madhavan Nair, J. Cai A fuzzy Logic Controller for Isolated Signalized Intersection with Traffic Abnormality Considered // Proc. 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium Istanbul, Turkey, June 13-15, 2007, pp. 1229-1233.
4. D.Hartman Head leading algorithm for urban traffic modeling // Proc. 16th European Simulation Symposium György Lipovszki, István Molnár © SCS Press, 2004
5. E.Mancinelli и др. On Traffic Light Control of Regular Towns // Rapport de recherche №4276, Institut national de recherche en informatique et en automatique, 2001.
6. Ir.J.J.Reijmers Traffic guidance systems // Course ET4-024, Delft Univercity of Technology, pp. 99-108, 2006-2007.
7. Jee-Hyong LEE и др. Traffic Control of Intersection Group Based on Fuzzy Logic //Proc. 6th International Fuzzy Systems Association World Congress, 1995, pp. 465-468.
8. S.Benjaafar и др. Cellular Automata for Traffic Flow Modeling // Final report, Center for Transportation Studies University of Minnesota, 1997.
9. Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. // http://spkurdyumov.narod.ru/Mat100.htm#Ma316.

УДК 681.5,587(075)

Шоланов Корганбай Сагнаевич – д.т.н., профессор (г.Алматы, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева)

Жумашева Жадыра Токановна – к.т.н., доцент (г.Алматы, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева)

Муратбеккызы Арайлым – магистрант гр. ПСМ 14-1р (г.Алматы, К Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева)

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБХОДА ПРЕПЯТСТВИЙ ДВУНОГОГО РОБОТА С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА MATLAB

Интерес к исследованию шагающих машин находит все больше внимания, так как в отличии от гусеничных машин шагающие роботы обладают принципиально лучшими характеристиками при преодолении препятствий, ходьбе и перемещению по сложным рельефам. В связи с чем, обеспечение безопасной траектории для ходьбы двуногого робота и обхождения препятствий является одним из приоритетных и актуальных задач робототехники. Главной задачей планирования перемещения двуногого робота – это обеспечение необходимой и желаемой траектории для его движения, в моменте, когда он движется к цели в соответствии с управляющими воздействиями [1].

Существуют несколько методов планирования перемещения двуногих роботов. Одними из самых распространенных являются геометрический метод разработки траектории и метод планирования с помощью аппарата мультиагентов. Геометрический метод разработки траектории прост в своем использовании, однако он не подходит для всех случаев передвижения. Исключением являются те случаи, когда в зоне робота находятся близко к друг другу расположенные препятствия. Второй методпланирования траектории движения робота это использование аппарата мультиагентов. Он используется для нахождения всех возможных ситуаций окружающей среды и определении соответствующих им действий двуногого робота. Его работа заключается в том, что агенты обладают информацией о себе и о окружающей среде, тем самым способствуют определению