

Гришунов Степан Сергеевич, ассистент, stepangrishunov@yandex.com, Россия, Калуга, Калужский Филиал Московского Государственного Технического Университета им. Н.Э. Баумана

APPLICATION OF SIGNAL / NOISE CRITERION FOR DETERMINING EFFICIENCY OF MACHINE LEARNING METHODS

Y.S. Belov, A.V. Kozina, S.S. Grishunov

This article deals with the problems that arise when using machine learning methods. Particular attention is paid to the problem of evaluating the effectiveness of such algorithms. The technique of calculation of an additional parameter of an estimation of efficiency - statistics "signal / noise", allowing to make a choice with other things being equal is resulted. An example of calculating this parameter for the diagnosis of heart disease using machine learning methods is also given.

Key words: intellectual data analysis, machine learning, "signal / noise" criterion, efficiency evaluation.

Belov Yuri Sergeevich, candidate of physical and mathematical sciences, docent, fn1-kf@mail.ru, Russia, Kaluga, Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University,

Kozina Anastasiya Valer'evna, assistant, anastasiya-kozin@list.ru, Russia, Kaluga, Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University,

Grishunov Stepan Sergeevich, assistant, stepangrishunov@yandex.com, Russia, Kaluga, Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University

УДК 004.942

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ-МАРКОВА В ЗАДАЧАХ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В.В. Котов, Н.А. Котова, Н.И. Хохлов, О.А. Боровых

Рассмотрены вопросы применения сетей Петри-Маркова в задачах моделирования параллельных систем. Построена сетевая модель системы управления огнём, позволяющая оценить временные характеристики, а также влияние параметров отдельных узлов на эффективность работы системы в целом. Описано программное обеспечение имитационного моделирования для выполнения расчётов на выбранной сети.

Ключевые слова: сеть Петри-Маркова, параллельная система, имитационное моделирование.

Математический аппарат сетей Петри-Маркова (СПМ) [1-2] является эффективным средством для моделирования параллельных систем, общий процесс функционирования которых может быть представлен совокупностью взаимодействующих процессов, протекающих параллельно в отдельных подсистемах. В качестве примера рассмотрим использование сетей Петри-Маркова для моделирования работы системы управления огнём (СУО).

Временные характеристики процесса стрельбы существенным образом определяют эффективность системы в целом. Они зависят от структуры и алгоритма функционирования СУО, от параметров приборов наблюдения и прицеливания, от условий и способов стрельбы. При разработке структурных схем СУО, определении направления технической модернизации существующих образцов боевых машин, а так же при расчетах их боевой эффективности необходимо оценить временные параметры процесса подготовки и производства выстрела.

В общем случае работа системы складывается из трех этапов [3]: I — поиск и обнаружение цели, II — подготовка к производству выстрела, III — полет снаряда до цели, корректировка огня. Все указанные этапы тесно взаимосвязаны друг с другом и определяются рядом факторов: структурой СУО, параметрами ее приборов и механизмов, внешними условиями наблюдения, характеристиками цели, тренированностью экипажа боевой машины и т. д. Функциональная схема процесса представлена на рис. 1.

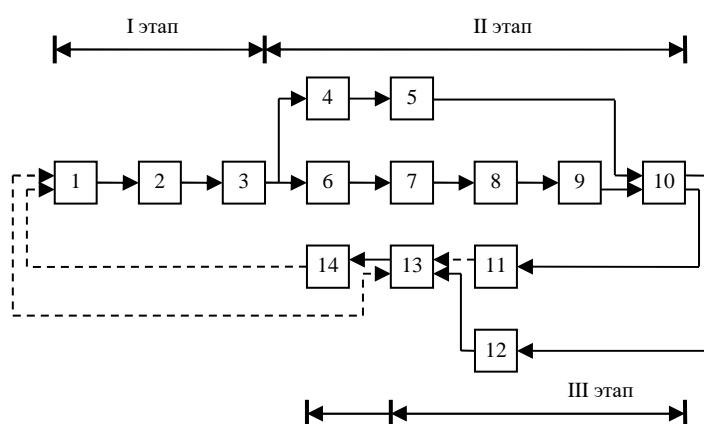


Рис. 1. Функциональная схема процесса решения огневой задачи:

1 — разведка цели; 2 — обмен информацией о характере цели; 3 — принятие решения о поражении цели; 4 — выбор типа боеприпаса; 5 — заряжание пушки; 6 — переброс башни на цель; 7 — обнаружение цели наводчиком; 8 — выработка и установка исходных данных для стрельбы; 9 — прицеливание; 10 — выстрел; 11 — полет снаряда; 12 — очистка сектора наблюдения; 13 — оценка результатов стрельбы; 14 — корректировка результатов стрельбы

Процесс решения боевой задачи рассматриваемым комплексом можно описать как результат параллельного взаимодействия командира, наводчика и технологического оборудования: автоматической пушки, а также приводов горизонтального и вертикального наведения.

Разработанная сетевая модель СУО (рис. 2) представляет собой набор из 5 подсетей Петри-Маркова, описывающих функционирование и взаимодействие следующих элементов системы:

- подсеть 1 — командир боевой машины;
- подсеть 2 — горизонтальный привод башни боевой машины;
- подсеть 3 — наводчик-оператор;
- подсеть 4 — автоматическая пушка;
- подсеть 5 — вертикальный привод наведения пушки.

Каждая подсеть состоит из множества позиций, соответствующих тому или иному состоянию или действию в процессе боевой работы члена экипажа или моделируемого оборудования.

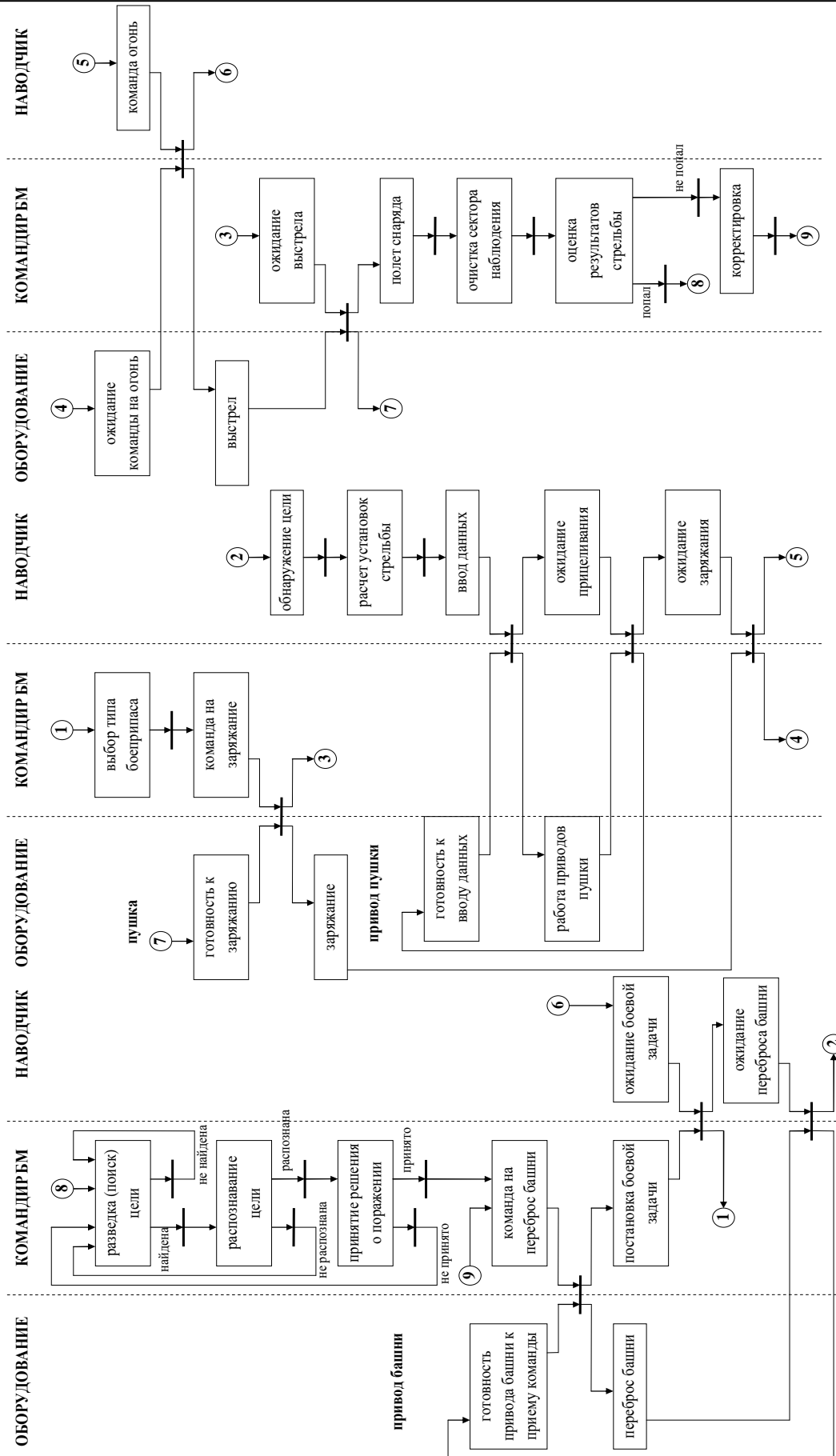


Рис. 2. Сеть Петри-Маркова для описания работы СУО

Действия или состояния, определяемые позициями, на практике выполняются в течение некоторого времени (чаще всего случайного). Поэтому ключевыми параметрами, определяющими свойства позиций, являются характеристики закона распределения времени пребывания маркера в этой позиции.

Позиция в общем случае может иметь больше одного выхода, что соответствует ветвлениям в алгоритме функционирования системы. В этом случае каждому выходу назначается вероятность срабатывания. Сумма вероятностей, назначенных всем выходам из данной позиции, образует полную группу событий, и должна быть равна единице.

Для обеспечения возможности формирования внутри одной модели СПМ нескольких подсетей, соответствующих тому или иному компоненту рассматриваемого комплекса, с каждой позицией связан индекс подсети, указывающий, к какой из подсетей она относится. Таким образом, полная сеть Петри-Маркова представляет собой набор подсетей, отличающихся индексом. В каждой подсети должна быть одна начальная позиция, в которой перед началом моделирования создаётся отдельный маркер. В процессе моделирования этот маркер не покидает пределы подсети, в которой он был создан.

Все переходы внутри подсети рассматриваются как примитивные, т.е. имеющие один вход и один выход. Они, фактически, не содержат никакой логики срабатывания, и выполняют функцию элементарных соединителей последовательностей позиций.

В случае, когда подсети должны взаимодействовать между собой, используются непримитивные переходы, в которых количество входов и выходов больше единицы. Предполагается, что количество входов непримитивного перехода равно количеству выходов и, соответственно, равно количеству взаимодействующих в этой точке подсетей.

Условие срабатывания любого непримитивного перехода всегда одинаково — переход срабатывает после того, как на все его входы поступили маркеры из соответствующих подсетей.

Срабатывание перехода заключается в передаче маркера из входной позиции в выходную. При этом маркер не должен покидать своей подсети, т.е. он попадает в тот выход, который связан с позицией из соответствующей подсети. Таким образом, непримитивные переходы выполняют функцию синхронизации процессов, протекающих в различных подсетях.

Описанные выше особенности СПМ были реализованы в программном обеспечении, осуществляющем имитационное моделирование для выполнения расчётов на выбранной СПМ и определение по результатам имитационного моделирования среднего времени решения задачи, распределения времени пребывания подсистем в каждом из состояний, среднего времени ожидания готовности и т.п.

Список литературы

1. Котов В.В. Метод имитационного моделирования систем с использованием сетей Петри-Маркова / В.В. Котов, Н.А. Котова, Е.В. Ларкин // Известия тульского государственного университета. Технические науки, 2015. Вып. 9. 318 с.
2. Ларкин Е.В., Котов В.В., Котова Н.А. Оценка эффективности программного обеспечения робота с использованием сетей Петри-Маркова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2013. Вып. 9. Ч. 2. 422 с.
3. Голуб Г.Г., Добисов О.А., Затравин Е.И., Кречетов В.И. Исследование времени подготовки выстрела на танках // Вестник бронетанковой техники, 1973. Вып. 4.

Котов Владислав Викторович, д-р техн. наук, профессор, vkotov@list.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет,

Котова Наталья Александровна, канд. техн. наук, доцент, nkotova@inbox.ru, Россия, Тула, Тульский государственный университет,

Хохлов Николай Иванович, канд. техн. наук, заместитель управляющего директора, nkotova@inbox.ru, Россия, Тула, АО «Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова»,

Боровых Олег Анатольевич, заместитель главного конструктора, начальник отделения, nkotova@inbox.ru, Россия, Тула, АО «Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова»

SIMULATION OF PARALLEL SYSTEMS USING PETRI-MARKOV NETS

V.V. Kotov, N.A. Kotova, N.I. Khokhlov, O.A. Borovykh

Questions of using Petri-Markov nets for simulation of parallel systems are considered. The network model of the fire control system is constructed. It allows estimating the time characteristics, as well as the influence of the parameters of individual nodes on the efficiency of the system as a whole. The simulation software for performing calculations on the selected network is described.

Key words: Petri-Markov net, parallel system, computer simulation

Kotov Vladislav Viktorovich, doctor of technical science, professor, vkotov@list.ru, Russia, Tula, Tula State University,

Kotova Natalya Alexandrovna, candidate of technical sciences, docent, nkotova@inbox.ru, Russia, Tula, Tula State University,

Khokhlov Nikolay Ivanovich, candidate of technical sciences, deputy managing director, nkotova@inbox.ru, Russia, Tula, JSC "Design Bureau of Instrument Engineering. Academician A.G. Shipunova ",

Borovykh Oleg Anatolyevich, deputy chief designer, chief of department, nkotova@inbox.ru, Russia, Tula, JSC "Design Bureau of Instrument Engineering. Academician A.G. Shipunova"