

ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

DOI: 10.25586/RNU.V9I87.20.01.P.146

УДК 629+004

В.С. Забузов, А.В. Калюжный

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Сформулирована задача выбора параметров мониторинга технического состояния распределенной информационно-вычислительной системы. Предложена методика выбора параметров мониторинга технического состояния распределенной информационно-вычислительной системы, основанная на оценке информативности параметров, отражающих состояние элементов системы.

Ключевые слова: информационно-вычислительная система, мониторинг технического состояния.

V.S. Zabuzov, A.V. Kalyuzhnyj

THE METHOD OF CHOICE MONITORING OF TECHNICAL STATE PARAMETERS OF THE INFORMATION CALCULATION SYSTEM

In the article the problem of choice of parameters of monitoring of technical condition of the distributed information and computer system is formulated. The technique of choice of parameters of monitoring of a technical condition of the distributed information-computing system based on an estimation of informativeness of the parameters reflecting a condition of elements of system is offered.

Keywords: information calculation system, monitoring of technical state.

Введение

Стремительное развитие вычислительной техники и средств телекоммуникаций в значительной степени актуализирует задачу их эффективного применения в войсках.

Решение задач обеспечения заданного уровня надежности, а тем более борьба за живучесть информационно-вычислительной системы (ИВС) невозможны без применения средств мониторинга [5]. Оперативность обнаружения воздействия на компоненты ИВС, определение типа воздействия, источника воздействия позволяют сократить наносимый ущерб [4]. Средства мониторинга разнородны и дают возможность собирать информацию как о конкретном компоненте ИВС, так и об отдельном модуле, канале связи и т.д. [1]. Тип информации, представляемой системой мониторинга, зависит от целей разработчиков: какие-то средства отслеживают наличие рабочих станций в сети, какие-то контролируют трафик, пытаются выявить аномалии в состоянии системы [3]. Существуют как аппаратные, так и программные средства мониторинга. Функционирование средств мониторинга влияет на работу ИВС, так как использует ее ресурсы [2]. Таким образом, существует некое противоречие между необходимостью контролировать достаточное количество параметров ИВС и желанием минимизировать затраты ресурсов ИВС на функционирование системы мониторинга [4].

Забузов В.С., Калюжный А.В. Методика выбора параметров мониторинга...

Значительное распространение получили клиент-серверные приложения, позволяющие осуществлять мониторинг параметров ИВС [6]. Программа-менеджер, находящаяся на компьютере администратора сети, производит опрос программ-агентов, находящихся на различных узлах сети (коммутаторах, маршрутизаторах, серверах, источниках бесперебойного питания и т.д.) посредством протоколов управления SNMP или CMIP [9]. Программа-агент собирает данные о функционировании устройства, на котором она находится, хранит их в базе данных МІВ (Management Information Base) и по запросу программы-менеджера передает ей необходимые параметры устройства [7; 8].

*Методика выбора параметров мониторинга технического состояния
распределенной информационно-вычислительной системы*

Параметров, собираемых программой-агентом, гораздо больше, чем требуется программе-менеджеру для определения состояния сети, а для получения каждого параметра необходимо затратить время и трафик. Таким образом, возникает проблема выбора минимального набора параметров из числа имеющихся, обладающего достаточной информативностью о состоянии сети.

Используемые в настоящее время эвристические подходы не обладают достаточной точностью. Представляет интерес подход, связанный с оценкой информативности наблюдаемых параметров.

Обозначим множество всех параметров, которые доступны для наблюдения, $\Gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n\}$. Значение каждого из них дает некоторую информацию о сети. Необходимо также задать множество технических состояний ИВС $S = \{s_1, s_2, \dots, s_r\}$, которые должна определять система мониторинга. Для каждого состояния должны быть определены его вероятность и диапазоны значений каждого параметра (таб.).

Состояния сети, соответствующие им значения параметров и вероятности

s_i	γ_1	γ_2	...	γ_n	$P(s_i)$
s_1	$(\gamma_{11}^1; \gamma_{11}^2)$	$(\gamma_{12}^1; \gamma_{12}^2)$...	$(\gamma_{1n}^1; \gamma_{1n}^2)$	$P(s_1)$
s_2	$(\gamma_{21}^1; \gamma_{21}^2)$	$(\gamma_{22}^1; \gamma_{22}^2)$...	$(\gamma_{2n}^1; \gamma_{2n}^2)$	$P(s_2)$
...
s_r	$(\gamma_{r1}^1; \gamma_{r1}^2)$	$(\gamma_{r2}^1; \gamma_{r2}^2)$...	$(\gamma_{rn}^1; \gamma_{rn}^2)$	$P(s_r)$

Из множества $\Gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n\}$ наблюдаемых параметров необходимо выбрать те, которые обладают наибольшей информативностью, т.е. найти подмножество $\Gamma' \subset \Gamma$. Для этого используется циклический алгоритм, в каждом цикле которого выбирается параметр, максимально уменьшающий энтропию, являющуюся мерой неопределенности состояния сети.

Исходная неопределенность состояния сети до начала процесса мониторинга характеризуется энтропией

$$H = - \sum_{s_i \in E} P(s_i) \log_2 P(s_i), \quad (1)$$

где $P(s_i)$ – вероятность i -го состояния сети.

Результат наблюдения очередного параметра γ_j может иметь α_j исходов, т.е. фактов попадания в тот или иной диапазон значений, при этом $2 \leq \alpha_j \leq r$ (r – число технических состояний сети), так как исход, дающий один и тот же результат при разных технических состояниях, бесполезен для диагностирования, а, с другой стороны, число исходов не может превышать число технических состояний [3].

Информация, получаемая при наблюдении конкретного параметра γ_j , определяется по формуле

$$I(\gamma_j) = H - H(\gamma_j), \quad (2)$$

где $H(\gamma_j)$ – энтропия состояния сети после наблюдения параметра γ_j , усредненного по всем α_j исходам.

Она находится по формуле

$$H(\gamma_j) = \sum_{m=1}^{\alpha_j} P(\gamma_j^m) H(\gamma_j^m), \quad (3)$$

где $P(\gamma_j^m)$ – вероятность m -го исхода наблюдения параметра γ_j (вероятность того, что значение параметра γ_j попадает в определенный интервал m); $H(\gamma_j^m)$ – остающаяся после этого наблюдения энтропия сети.

Вероятность $P(\gamma_j^m)$ и соответствующая ей энтропия $H(\gamma_j^m)$ определяются по формулам

$$P(\gamma_j^m) = \sum_{s_i \in S_j^m} \frac{P(s_i)}{\sum_{s_r \in S} P(s_r)} = \sum_{s_i \in S_j^m} P(s_i), \quad (4)$$

$$H(\gamma_j^m) = - \sum_{s_i \in S_j^m} \frac{P(s_i)}{\sum_{s_r \in S_j^m} P(s_r)} \log_2 \frac{P(s_i)}{\sum_{s_r \in S_j} P(s_r)}. \quad (5)$$

Подставив формулы (4)–(5) в (2), получим

$$I(\gamma_j) = - \sum_{m=1}^{\alpha_j} \sum_{s_i \in S} P(s_i) \log_2 \sum_{s_i \in S_j^m} P(s_i) = - \sum_{m=1}^{\alpha_j} P(\gamma_j^m) \log_2 P(\gamma_j^m). \quad (6)$$

По формуле (6) вычисляются информативности всех параметров из множества Γ и выбирается тот из них, для которого этот параметр имеет наибольшее значение. Обозначим γ_{j1} параметр с наибольшей информативностью (он является первым из искомого множества Γ^*), а число его возможных исходов равно α_{j1} .

На втором шаге расчета из числа оставшихся параметров $\gamma_j \in \Gamma \setminus \{\gamma_{j1}\}$ выбирается наиболее информативный. При определении информативности параметров должна учитываться информация, полученная при наблюдении параметра γ_{j1} .

Забузов В.С., Калюжный А.В. Методика выбора параметров мониторинга...

Количество информации, получаемое в результате наблюдения параметра $\gamma_j \in \Gamma \setminus \{\gamma_{j1}\}$ с учетом наблюдения параметра γ_{j1} , определяется по формуле

$$I(\gamma_j / \gamma_{j1}) = H(\gamma_{j1}) - H(\gamma_j / \gamma_{j1}), \quad (7)$$

где $H(\gamma_{j1})$ – энтропия состояния сети после выполнения наблюдения параметра γ_{j1} ; $H(\gamma_j / \gamma_{j1})$ – энтропия состояния сети после выполнения наблюдения параметра γ_j при условии, что перед ним выполнялось наблюдение параметра γ_{j1} .

Расчет этой энтропии выполняется по формуле

$$H(\gamma_j / \gamma_{j1}) = \sum_{m=1}^{\alpha_j} \sum_{m_1=1}^{\alpha_{j1}} P(\gamma_j^m / \gamma_{j1}^{m_1}) H(\gamma_j^m / \gamma_{j1}^{m_1}), \quad (8)$$

где $P(\gamma_j^m / \gamma_{j1}^{m_1})$ – условная вероятность m -го исхода при выполнении наблюдения $\gamma_j \in \Gamma \setminus \{\gamma_{j1}\}$ при условии, что выполняемое перед этим наблюдение параметра γ_{j1} имело m_1 -й исход; $H(\gamma_j^m / \gamma_{j1}^{m_1})$ – соответствующая этому событию энтропия состояния сети.

Расчет этих величин производится по формулам

$$P(\gamma_j^m / \gamma_{j1}^{m_1}) = \sum_{s_i \in S_j^m \cap S_{j1}^{m_1}} P(s_i), \quad (9)$$

$$H(\gamma_j^m / \gamma_{j1}^{m_1}) = - \sum_{s_i \in S_j^m \cap S_{j1}^{m_1}} \frac{P(s_i)}{\sum_{s_r \in S_j^m \cap S_{j1}^{m_1}} P(s_r)} \log_2 \frac{P(s_i)}{\sum_{s_r \in S_j^m \cap S_{j1}^{m_1}} P(s_r)}, \quad (10)$$

где S_j^m и $S_{j1}^{m_1}$ – множества изображений $s_{<n>}$, для которых наблюдение параметра $\gamma_j \in \Gamma \setminus \{\gamma_{j1}\}$ соответственно дает одинаковый результат.

Подставив формулы (8)–(10) в формулу (7), получим

$$I(\gamma_j / \gamma_{j1}) = - \sum_{m=1}^{\alpha_j} \sum_{m_1=1}^{\alpha_{j1}} P(\gamma_j^m / \gamma_{j1}^{m_1}) \log_2 P(\gamma_j^m / \gamma_{j1}^{m_1}). \quad (11)$$

Параметр $\gamma_j \in \Gamma \setminus \{\gamma_{j1}\}$, для которого значение показателя $I(\gamma_j / \lambda_{j1})$ будет наибольшим, выбирается в качестве второго параметра искомого подмножества Γ^* . Обозначим его γ_{j2} .

Аналогично выбираются параметры на третьем, четвертом и последующих циклах расчета.

Процесс расчета завершается на l -м шаге, на котором выбирается такой параметр γ_{jl} , что соответствующая ему энтропия состояния сети

$$H(\gamma_{j1}, \gamma_{j2}, \dots, \gamma_{jl}) = 0.$$

В результате получаем искомое подмножество $\Gamma^* \subset \Gamma$, в котором параметры располагаются по степени убывания информативности.

Выводы

Предложенная методика позволяет минимизировать время мониторинга технического состояния ИВС путем выбора наиболее информационно значимых наблюдаемых параметров. Это повышает коэффициент использования ИВС, уменьшает объем в ней служебного трафика, увеличивает ее надежность и живучесть, что является весьма важным для систем, работающих в контуре управления космическими средствами.

Литература

1. Гончаренко В.А., Забузов В.С. Минимизация времени восстановления информационно-вычислительной сети на основе оптимизации времени сетевого мониторинга // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2015. Вып. 649. С. 72–78.
2. Дмитриев А.К., Юсупов Р.М. Идентификация и техническая диагностика. М.: МО СССР, 1987. 521 с.
3. Забузов В.С., Казанцев Д.И. Методика повышения оперативности мониторинга технического состояния инфо-телекоммуникационных сетей // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2016. Вып. 655. С. 24–33.
4. Забузов В.С., Казанцев Д.И., Белая Т.И., Швецов А.С. Способ организации контроля качества обслуживания в инфо-телекоммуникационной сети на примере ВКА имени А.Ф. Можайского // Научный обозреватель. 2014. № 12. С. 56–57.
5. Легков К.Е. Системный подход к мониторингу инфокommunikационной системы специального назначения // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2016. № 1. С. 66–70.
6. Нечай А.А., Борисов А.А., Борисова Ю.И. Точечный анализ данных дистанционного зондирования Земли средствами языка программирования Python // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2019. № 1. С. 49–55.
7. Свиначук А.А., Калиниченко С.В., Нечай А.А. Использование графического процессора для ускорения распределенных вычислений при прогнозе экстремальных значений температуры воздуха // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2017. № 4. С. 33–38.
8. Свиначук А.А., Нечай А.А. Использование квантовых вычислений при выборе управленческого решения // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2018. № 2. С. 31–36.
9. Шаймарданов А.М., Нечай А.А., Лепехин С.В. Математические модели систем автоматического управления с широтно-импульсной модуляцией // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2019. № 2. С. 27–39.

Literatura

1. Goncharenko V.A., Zabuzov V.S. Minimizatsiya vremeni vosstanovleniya informatsionno-vychislitel'noj seti na osnove optimizatsii vremeni setevogo monitoringa // Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A.F. Mozhajskogo. 2015. Vyp. 649. S. 72–78.
2. Dmitriev A.K., Yusupov R.M. Identifikatsiya i tekhnicheskaya diagnostika. M.: MO SSSR, 1987. 521 s.
3. Zabuzov V.S., Kazantsev D.I. Metodika povysheniya operativnosti monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya info-telekommunikatsionnykh setej // Trudy Voenno-kosmicheskoy akademii imeni A.F. Mozhajskogo. 2016. Vyp. 655. S. 24–33.
4. Zabuzov V.S., Kazantsev D.I., Belaya T.I., Shvetsov A.S. Spособ organizatsii kontrolya kachestva obsluzhivaniya v info-telekommunikatsionnoj seti na primere VKA imeni A.F. Mozhajskogo // Nauchnyj obozrevatel'. 2014. № 12. S. 56–57.
5. Legkov K.E. Sistemnyj podkhod k monitoringu infokommunikatsionnoj sistemy spetsial'nogo naznacheniya // Naukoemkie tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyakh Zemli. 2016. № 1. S. 66–70.
6. Nechaj A.A., Borisov A.A., Borisova Yu.I. Tochechnyj analiz dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli sredstvami yazyka programmirovaniya Python // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2019. № 1. S. 49–55.

Калюжный А.В., Кремез Г.В., Кошель И.Н. Оценивание работоспособности...

7. Svinarchuk A.A., Kalinichenko S.V., Nechaj A.A. Ispol'zovanie graficheskogo protsessora dlya uskoreniya raspredelennykh vychislenij pri prognoze ekstremal'nykh znachenij temperatury vozdukha // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2017. № 4. S. 33–38.

8. Svinarchuk A.A., Nechaj A.A. Ispol'zovanie kvantovykh vychislenij pri vybore upravlencheskogo resheniya // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2018. № 2. S. 31–36.

9. Shajmardanov A.M., Nechaj A.A., Lepekhin S.V. Matematicheskie modeli sistem avtomaticheskogo upravleniya s shirotno-impul'snoj modulyatsiej // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2019. № 2. S. 27–39.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.01.P.151

УДК 004

А.В. Калюжный, Г.В. Кремез, И.Н. Кошель

ОЦЕНИВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МИКРОСХЕМ ПАМЯТИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Рассмотрены постановка и реализация натуральных экспериментов на космических аппаратах «Можаец-3» и «Можаец-4» по исследованию работоспособности микросхем памяти в условиях влияния факторов космического пространства. Изложены технология экспериментальных исследований и алгоритм оценивания работоспособности проверяемых микросхем.

Ключевые слова: космический эксперимент, обработка результатов, бортовая аппаратура, микросхемы памяти, деградация, прогнозирование.

A.V. Kalyuzhnyj, G.V. Kremez, I.N. Koshel'

EVALUATION OF MEMORY CHIPS PERFORMANCE IN EXPERIMENTAL STUDIES

The article deals with the formulation and implementation of full-scale experiments on the spacecraft "mozhaets-3" and "mozhaets-4" to study the performance of memory chips under the influence of space factors. The technology of experimental researches and algorithm of estimation of operability of checked chips are stated.

Keywords: space experiment, results processing, onboard equipment, memory chips, degradation, forecasting.

Введение

Оценивание технического ресурса космических аппаратов (КА) как элементов критически важных технических систем в процессе их эксплуатации является сложной задачей [4; 8; 9]. Расчет и моделирование в наземных условиях влияния на бортовую аппаратуру комплекса многочисленных факторов космического пространства (ионизирующих излучений, вакуума, перепадов температуры, электризации и др.) с достаточной точностью не представляется возможным из-за высокой сложности этого процесса. Поэтому разработ-