

МЕТОД РЕЗЕРВИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Корой В.В., Борзов Д.Б. (Юго-западный государственный университет,
г.Курск, Россия)

Тел./Факс: 8 (4712) 58-71-12; E-mail: wkoroy@gmail.com

Abstract: *The article presents data on the backup method in microprocessor systems using parallelization of sequential programs.*

Keywords: *parallelization of sequential programs, parallelizing compilation methods of backup, redundancy in microprocessor systems*

Сегодня, на фоне всевозрастающего научно-технического прогресса необходимость улучшения характеристик вычислительной техники очевидна. Как правило, для увеличения быстродействия микропроцессоров требуется их усложнение, а также повышение тактовой частоты. Такой подход ведет к повышению вероятности отказов [1], что недопустимо ряде некоторых применений МПС, где важна как безотказность так и быстродействие.

В связи с возможностью отказа в МПС применяют резервирование, т.е. увеличивают надежность системы посредством введения аппаратной избыточности за счет включения запасных МПС, при этом запасные МПС зачастую работают вместе с основными (постоянное резервирование [2]) . Наряду с такими преимуществами, как отсутствие перерывов в работе элементов и простота построения, обеспечивающая более высокую надежность, у этого вида резервирования есть недостатки, такие как повышенное энергопотребление, одновременное “старение” основной и резервной системы. Чтобы решить данные проблемы необходимо использовать многопроцессорные системы с меньшей частотой [1], а также распараллеливание программ. В данном методе предлагается заменить микропроцессорную систему с постоянным резервированием на матричную микропроцессорную систему, где ПО МПС с постоянным резервированием преобразуется в параллельную форму [3] при помощи метода обработки бинарных матриц [4], и исполняется в матричной МПС. При этом на каждом этапе выполнения программы свободные процессоры матричной МПС дублируют работу всех процессоров, задействованных для выполнения ПО. В случае отказов одного или нескольких процессоров используются результаты вычислений из резервных процессоров. Таким образом, достигается меньшая загруженность системы т.к. время работы каждого из процессоров сокращается, а также, вследствие ускорения за счет параллелизма становится возможным снижение тактовой частоты процессоров по сравнению с МПС с постоянным резервированием. Для определения преимуществ приведенного метода резервирования было проведено моделирование как системы с постоянным резервированием, так и системы резервирования с распараллеливанием. Моделируемая система представляет собой эмулятор заданного количества процессоров с общей памятью и задаваемой вероятностью сбоя. В случае с моделированием системы с постоянным резервированием в каждый из 4 процессоров программа загружалась полностью, а в случае с моделированием системы резервирования с распараллеливанием исполняемая программа распределялась между 4 процессорами. Моделирование производилось со следующими параметрами: вероятность отказа 1/10000 командных циклов процессора, размер исполняемой программы - 11000 ассемблерных команд.

Таблица 1 - Результат моделирования системы с постоянным резервированием

Номер процессора\ номер теста	1	2	3	4
1	отказ	отказ	отказ	работа
2	работа	отказ	отказ	отказ
3	работа	отказ	работа	отказ
4	отказ	работа	работа	отказ
5	отказ	отказ	отказ	отказ
6	отказ	работа	отказ	отказ
7	отказ	отказ	отказ	отказ
8	отказ	отказ	работа	работа
9	отказ	работа	отказ	работа
10	отказ	работа	отказ	отказ

В результате моделирования обеих систем было выявлено, что система с постоянным резервированием дважды (тест 5 и 7) попадала в состояние полного отказа в работе, и 4 раза была в состоянии, когда работал всего 1 процессор из 4.

Таблица 2 - Результат моделирования системы резервирования с распараллеливанием

Номер процессора\ номер теста	1	2	3	4
1	работа	работа	работа	работа
2	работа	работа	работа	работа
3	работа	работа	работа	работа
4	работа	работа	работа	работа
5	работа	работа	работа	работа
6	отказ	работа	работа	работа
7	работа	работа	работа	работа
8	работа	работа	работа	работа
9	работа	работа	работа	работа
10	работа	работа	работа	работа

Напротив, в тесте системы резервирования с распараллеливанием был обнаружен всего 1 отказ, и система оставалась работоспособной во всех тестах и была далеко от отказов. На рисунке 1 показан график, полученный по результатам моделирования, где по горизонтали указано число процессоров, а по вертикали – число работающих процессоров, содержащихся в системе.

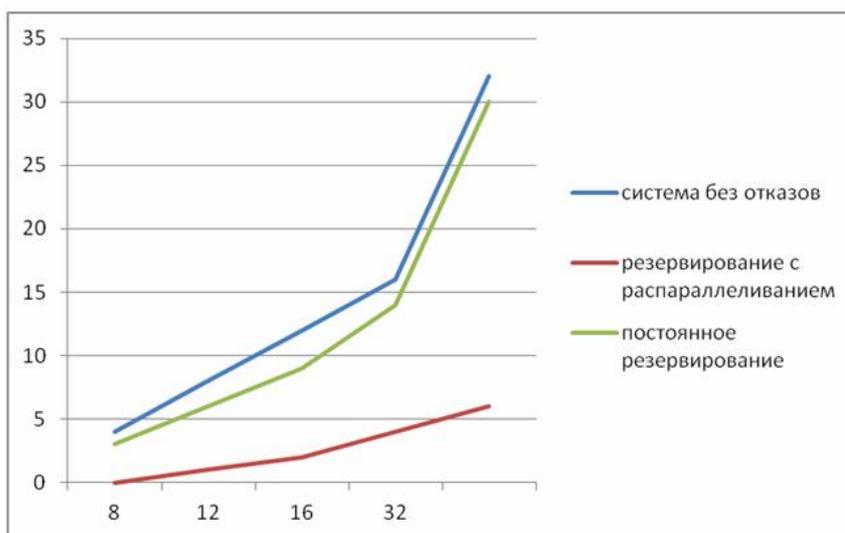


Рис. 1. Характеристики систем резервирования

Кривая резервирования с распараллеливанием на графике приближается к кривой бесбойной системы, а кривая с постоянным резервированием значительно отстает по характеристикам от кривой резервирования с распараллеливанием, что является подтверждением высокой надежности системы резервирования с распараллеливанием.

Таким образом, при возможности распараллеливания последовательной программы микропроцессорной системы постоянного резервирования становится возможным значительно увеличить надежность микропроцессорной системы при том же количестве процессоров.

- Список литературы:**
1. Edmund B. Nightingale, Edmund B. Nightingale, Vince Orgovan. Cycles, Cells and Platters: An Empirical Analysis of Hardware Failures on a Million Consumer PCs. – Microsoft Research, 2011. [Электронный ресурс]. <http://research.microsoft.com/pubs/144888/eurosys84-nightingale.pdf>
 2. В.А.Острейковский, Ю.В.Швыряев. Безопасность Атомных Станций. Вероятностный анализ. — Москва: Физматлит, 2008. — С. 352. — ISBN 978 5 9221 0998 7.
 3. Дюбрюкс С.А. Метод, алгоритм и устройство обеспечения распараллеливающей компиляции последовательных программ для вычислительных систем: дис. ... канд. технич. наук.:05.13.05: Курск. Гос. Технич. университет, Курск, 2010.-С.34.
 4. Трахтенгерц Э.А. Введение в теорию анализа и распараллеливания программ ЭВМ в процессе трансляции. – М.: Наука, 1981. – С. 184-187.