摘要

有限状态机（FSM）是数字逻辑系统的重要组成部分。FSMs分区是解决低功耗技术的有效方法之一。大多数情况下，只需对其中一个子fsm进行时钟控制，从而节省了电源。本文提出了一种基于状态转移概率和低复杂度控制逻辑的高性能算法来实现分区FSMs。从一个子FSM到另一个子FSM的代价可以是最小的，而在一个子FSM中的跃迁概率应该是最大的。在控制逻辑复杂度较低的基础上，进一步提出了一种优化的分区FSM模型的硬件结构。我们提出的方案已在台积电45nm技术库上实现。实验结果表明，对于一组标准的FSM基准电路，平均功耗降低了59%。

在超大规模集成电路设计中，功耗是一个重要的考虑因素。在降低功率方面有许多不同的方法[1]。分区有限状态机（FSM）是一种广泛应用于低功耗设计的技术。

使用（1）计算功率降低：



分别表示动态功率项和短路功率项。为了解决低功耗设计问题，人们开发了一系列FSM分区算法和体系结构[2-6]。

在文献[2]中，作者提出了一种分解有限状态机的变换状态转移图（STG）。然而，额外的转换STG导致更多的面积耗散和控制逻辑。在文献[3]中，作者提出了一种用于FSM划分的异步模型，但是由于控制逻辑消耗过大，异步时序电路复杂。

本文采用一种高效的划分算法将有限状态机划分为两个子或多个子有限状态机，利用状态转移表对控制逻辑进行了优化，提出的同步结构比异步结构更易于实现。

论文的其余部分安排如下。第二节介绍了本文提出的FSM分割算法。在第三节中，我们提出了高效的控制逻辑及其相应的结构。最后给出了本文第五部分的实验结果。

提出的算法

**Ii提出的分区算法**

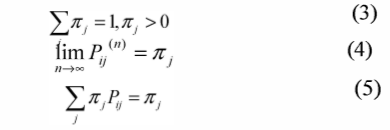
1. 概率预测

对于一个n个状态的有限状态机，从Si到Sj的转换概率为



我们定义输入信号的每一位都具有相同的概率，例如p（0）=p（1）=0.5，从而得到有限状态机状态转移概率矩阵p。

如果马尔可夫链是不可约且非周期的，存在唯一的平稳(stationary)，于是有



通过3.4.5我们得到有限状态机Π的解释



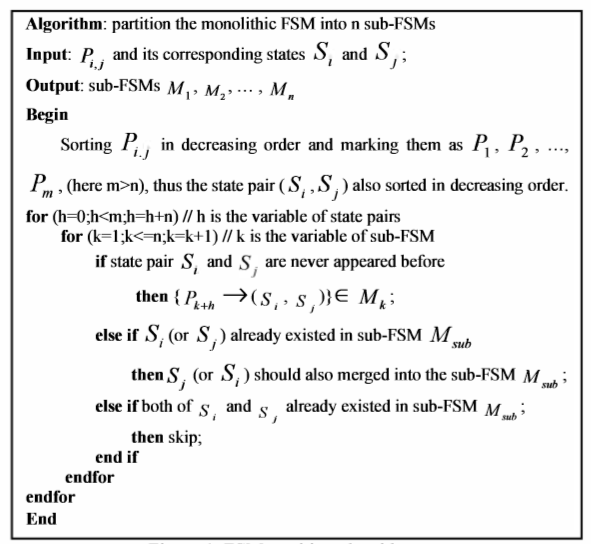
Pi代表了Si稳定状态的概率。

于是得到了在Si和Sj之间的整体转换概率



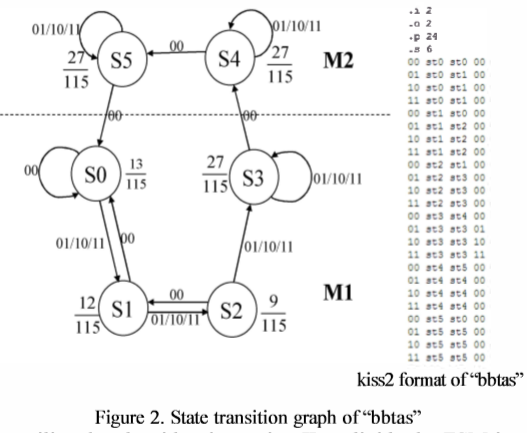
B．分区算法

得到了Pij，分区流程如下

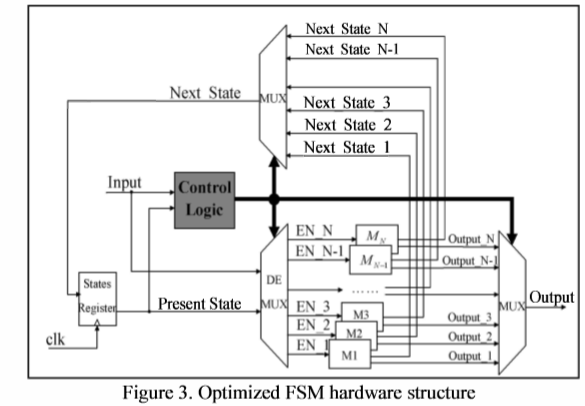


**3.控制逻辑和硬件结构**

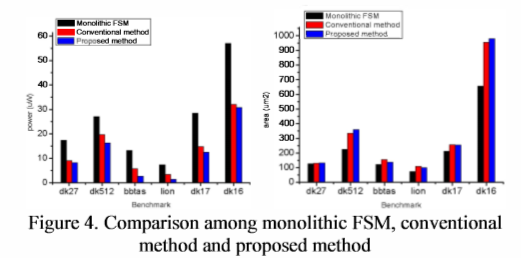
我们以MCNC[7]基准测试“bbtas”为例来说明我们的控制逻辑，如图2所示。



我们利用第二节中的算法将有限状态机分成两组：MJ:{SO，Sl，S2，S3}和M2:{S4，S5}。通过过渡状态表可以得到控制逻辑。所提出的硬件结构如图3所示。



实现模型包括：状态寄存器、控制逻辑、子FSMs、MUX和DeMUX。



与传统的遗传算法相比，整体遗传算法的功耗在59%左右。2） 总面积比传统方法小。3） 实现不那么复杂。

**五、 结论**

提出了一种基于分区的FSMs的低功耗实现模型及其相应的结构。与单片FSM相比，平均功耗降低59%，面积仅增加29.6%。结果表明，所提出的方法在功耗方面优于锚。