计算机系统结构课程实验———

**Cache替换策略**

**【实验背景】**

在终端设备上随着游戏的画质、特效、帧率需求的日渐增长，使得这些场景下的访存密集型特点越发显著，对内存的带宽需求不断增长，最终造成游戏场景下芯片功耗的大幅增加。现有处理器主要采用 Cache-Memory层次存储结构，通过Cache缓存频繁访问的程序和数据，减少对内存的访问。然而目前在游戏场景下，SoC芯片System Cache的命中率非常低，需要重新优化Cache替换策略，提高Cache的命中率。

**【实验目的】**

深入理解Cache结构设计及Cache替换策略的原理，阅读Cache替换策略方面的最新研究进展，设计自己的Cache替换策略，提高游戏场景下的Cache命中率。

**【实验描述】**

下发了一个Cache模拟器，主要包含CacheSim.cpp, CacheSim.h, Main.cpp三个文件。该模拟器实现了RAND，LRU，FRU，SRRIP，SRRIP\_FP，BRRIP，DRRIP等替换策略。Cache的配置参数在main.cpp中设定，我们规定Cache大小为4MB，Cache块大小为64B，组相连度为32路，Cache采用写回策略和写分配策略。这几个参数不用修改。

程序输入一个访存trace文件（CacheSim.cpp中load\_trace()函数实现了trace读取），输出Cache命中率等统计信息。一共提供6个trace文件，来自三个游戏。

【实验任务】

模拟器中实现的SRRIP，SRRIP\_FP, BRRIP, DRRIP Cache替换策略主要基于参考文献www.jaleels.org/ajaleel/publications/isca2010-rrip.pdf 。 近年来在替换策略方面有一些新的研究工作，有的利用数据的重访问距离，有的利用数据所在的一段地址空间的访问次数，有的利用数据对应的程序地址PC（目前我们的Trace没有提供指令地址信息，所有目前无法实现这类优化）等信息来设计新的Cache替换策略。

要求实现自己的替换策略，在实验报告中介绍该替换策略的设计思想，与现有工作的区别，并分析测试结果。替换策略的设计可以参考已有的研究工作设计。如果参考了现有的工作，请在实验报告说明。如果有新的设计思路，请在实验报告中突出自己的设计思路以及与现有相关工作的区别。

**【提交文件】**

* Cache模拟器源码
* 实验报告

**【操作说明】**

1. 运行模拟器
2. 执行cmake . 生成Makefile文件，然后执行make
3. 执行./CacheSim -i trace文件
4. Trace文件说明（目前仅用到了前两项参数）

文件中每一行的格式为：type address data\_len burst\_size mid delay ATIME ch\_num QOS

type：nr（普通读）; nw（普通写）; wr（wrap读）; naw（非对齐写）

address：16进制访存地址

data\_len：一次请求的数据长度，单位byte

burst\_size：burst传输的大小

mid：master ID，7a/7c为来自GPU的访存，78/79为来自CPU的访存

delay（ns）：访存延迟

ATIME：访存的绝对时间

ch\_num：DDR通道号

QOS：服务质量等级

【评分标准】

1. 根据所设计的替换策略的原理逻辑、适用场景、命中率、创新性来判断替换策略的好坏。替换策略的命中率应当从理论层面和实验层面分别分析。理论分析时，应当讲清楚适用场景（所具有的特性），并进行数学推导以及举例说明；实验分析时，应当讲清楚实验环境，整理实验数据，分析实验结果；最后综合对比理论结果与实验结果。原理逻辑清楚、适用场景广泛、命中率高的算法得分高。根据表格中的评分维度，会给出一个得分S。

|  |  |
| --- | --- |
| 评分维度 | 分数比重 |
| 替换策略算法原理是否清晰正确，适用场景是否明确广泛。比如，可以对trace进行分类，说明算法适用于那些分类场景。 | 15% |
| 命中率的理论分析是否清晰正确。比如，设计一个适用场景的例子，分析该例子下的命中率，然后推导分析该场景下的命中率。 | 25% |
| 实验是否合法正确，实验结果分析是否详细正确。 | 25% |
| 算法是否有效，理论命中率和实验命中率越高，该项得分越高。 | 15% |
| 替换策略算法创新性，是否在已有算法上有所创新。若只是复现某种已有算法，创新性为0。 | 5% |
| 报告书写是否规范，清晰易懂。建议总页数不超过20页（包括参考文献页）。 | 15% |

友情提示：评判作业涉及主观判断和客观判断。语言表达清楚，逻辑分析有条理，主观上容易判断为好作业；理论分析和实验数据的效果好，客观上容易判断为好作业。

1. 按时完成：截止时期前完成的作业得分系数为A=1.0，截止时期后完成的作业得分系数为A=0.7。
2. 按照学术规范完成作业，作业得分系数B=1.0；发生违规行为，包括但不限于实验作假、剽窃他人代码等行为，作业得分系数为B=0.1。违背题目限制进行实验都视作实验作假，比如所规定cache大小不为4MB，cache块大小不为64B等。
3. 特别优秀的算法会根据实际情况给予加分奖励（bonus<该实验总分\*30%）。该实验最终得分=S\*A\*B+bonus。