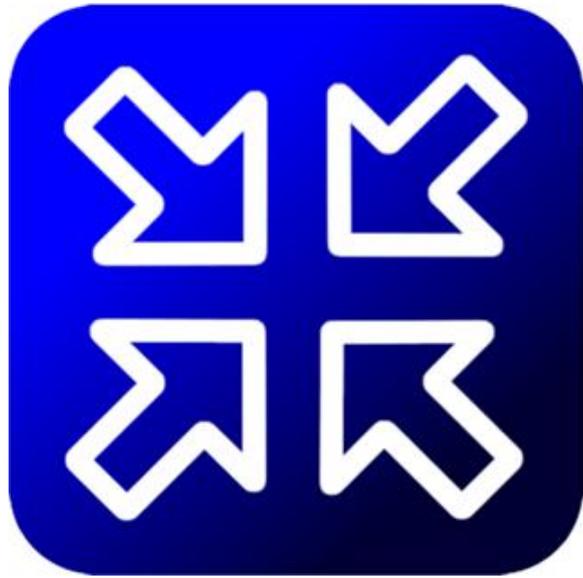


思考盒子外面



北京瑞思博创科技有限公司

目录

详细服务器	4
简化服务器	4
机架.....	5
数据中心	6
失效场景	7
结果.....	8
结论.....	10

RainSpur

思考盒子的外面—数据中心优化 中的服务器设计



Marie Ross 高级应用工程师

Tom Gregory 咨询工程师

在电路板和服务器级使用计算流体动力学（CFD）模型分析热性能的好处是显而易见的。几十年来这种做法已被证明在产品的设计方面更具成本效益，同时比早期的非仿真方法能够使产品更快的上市。此外，在不牺牲性能和可靠性的情况下，热裕度（thermal margins）已大幅降低。出于同样的原因，数据中心设计人员还依靠 CFD 来确保最具成本效益的房间设备布局，同时不会影响服务器入口空气流量和温度。

需要大量的数据才能精确地模拟数据中心。这包括安装的 IT 设备的热模型。通常，服务器制造商无法提供用于数据中心模拟有关其产品的足够的热性能信息。目前只有外部尺寸，铭牌功率和最高工作温度容易获得，但如果想得到有意义的数据中心模拟结果，有关流量，通风孔几何形状和典型功耗的信息也很重要。

直到最近，将这些信息迁移到仿真供应链上也很困难。但是，使用 6SigmaDC 的热建模工具软件，可以无缝连接模型热性能信息与物理模型。现在，可以在数据中心模型中使用服务器级的详细验证热模型，以便为设施运营提供可靠的预测。使用 6SigmaET，可以表征服务器的散热细节，使用控制体积（或黑盒）方法的简化版本，将其应用到 6SigmaDC 软件的其余部分中，用于预测机架和机房层级的气流和散热情况。

本文将探讨如何使用全套 6SigmaDC 软件创建和使用简化的服务器模型（SSM），在 6SigmaET 中创建 Facebook Open Compute Windmill 服务器的详细服务器模型。这个详细的模型将被简化，SSM 将被用来验证开放计算机架设计和一个示例数据中心。本文将讨论服务器，机架和数据中心层面的热仿真的优点和局限性。接下来的过程可以在图 1 中表示。最后，将比较在模拟中使用 SSM 的数据中心和使用可获得的基本服务器数据的模型，同时模拟冷却失效情况。空气流动和温度将重新评估并讨论。

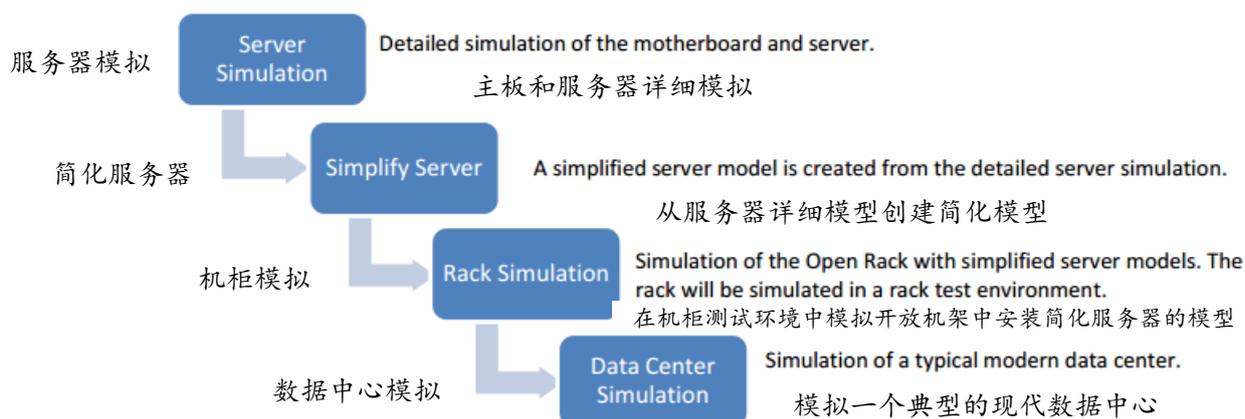


图 1 - 方法

详细服务器

详细建模服务器允许 IT 设计人员在制造前优化和验证设计。它提供了对气流要求，最佳组件放置和流动模式的理解。对于散热器选择和流动特性也很重要。对于 Windmill 服务器来说，分析确定了挡板结构的重要性，以确保冷却气流顺利通过 CPU、散热器和内存。

英特尔 Windmill 服务器的型号可在 Open Compute 网站 (www.opencompute.com) 上找到。下载 CAD 图纸，按照 Open Compute 规格书在 6SigmaET 中建模 (图 2)。

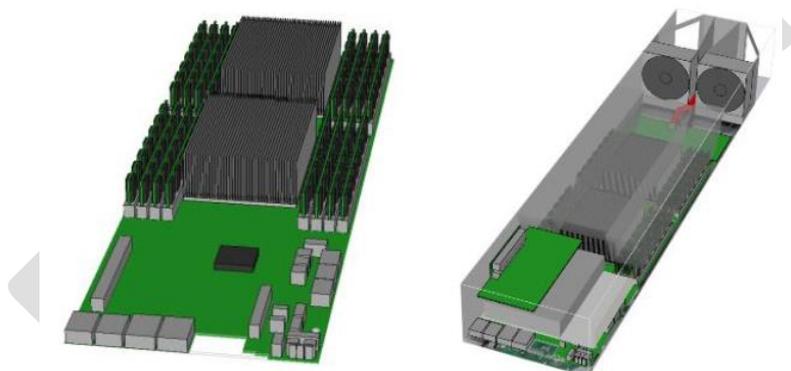


图 2: 选择详细的服务器模型

总功耗为 236 W - 每个内存 7.1 W，每个 CPU 50 W，驱动器 6.2 W，电源 0.5 W，其余均匀分布在主板上。该模型在开放式测试环境中进行模拟，送风温度为 26.5°C，按照低于 ASHRAE 指定的最高入口温度 27°C 设定此值。

简化服务器

在可接受的时间内，无法在机架或数据中心模型中模拟数千个重复的详细服务器热模型。但是，这不是一个问题，因为服务器的内部布局已经通过仿真和测试进行了验证。在这种情况下，在 6SigmaET 中创建详细模型后，创建 SSM。SSM 如图 3 所示。

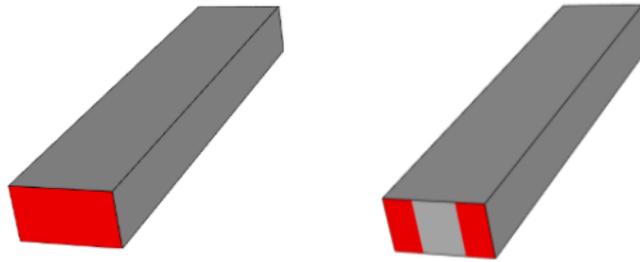


图 3 - 简化的服务器模型，正面和背面视图，通风口以红色突出显示

SSM 将所有内部组件视为黑匣子。它使用详细的服务器模型进行计算并创建一个简化的机箱，其中包括通风口几何形状，流量和散热特性。该 SSM 包含足够的信息，以便可以准确预测数据中心中的流量。

实际上，当数据中心的冷通道被封闭时，封闭通道内的压力就会有增大的潜力。在这种情况下，与服务器放置在开放环境中相比，更多的空气将通过服务器。为了解决这个问题，6SigmaRack 和 6SigmaRoom 都有一个过流系数，其值在详细的服务器模型中计算。

系数通过在 6SigmaET 中以各种入口速度计算详细模型，评估其阻力而获得。然后在 6SigmaRack 中验证该阻力曲线，以确保压降符合机架提供的压降。图 4 显示了该案例研究的机架和服务器级模型之间的阻力曲线比较。

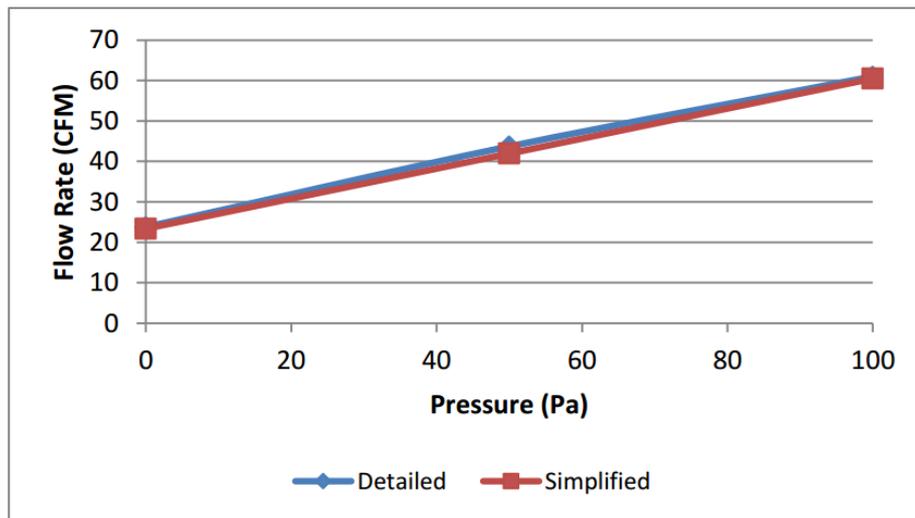


图 4 - 简化与详细服务器模型阻力曲线对比

机架

数据中心的许多散热问题是由机架问题引起的，而不是数据中心环境。机架级热分析为设计人员和机房运维人员提供有关机架散热设计的见解。它的设计是否合理？前面板是必要的吗？布线的效果是什么？它提供了有关空气流动的有用知识，例如机架内的再循环问题或来自地板出风口气流不足问题。它还使数据中心设计人员或运维人员能够确定可以安装在机架中的最大 IT 负载。

在这项研究中，Open Compute 机架的 6SigmaRack 模型也是由 CAD 模型创建的。删除与热分析无关的特征。三台 Windmill 服务器安装在每个架子上（图 5）。机架上安装十五个 Windmill 服务器和三个电源。SSM 代表服务器。然后将机架安装在 6SigmaRack 测试环境中（图 6）。模型封闭冷通道，通过底板格栅有足够的气流来满足设备的气流需求。送风温度设定为 26.5°C，与服务器模拟相同



图 5：机架托盘中的服务器配置

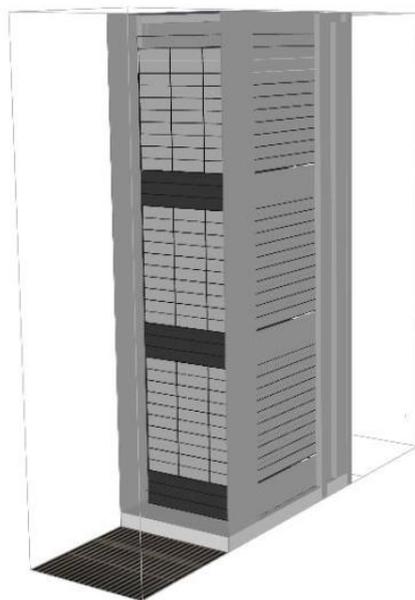


图 6：开放计算机架模拟

数据中心

数据中心或机房，缩比模型为设计冷却系统提供必要的信息。例如，ACU 产生的气流可以设计成与安装的 IT 设备所需的气流相匹配。模拟可用于在数据中心概念设计或者运营之前对其进行验证，并且可以选择能够满足设备冷却需求的机架。建模也可以确定新的 IT 设备安装到房间中的合适位置。

在这项研究中，创建了一个典型的现代数据中心模型，如图 7 所示。它设计成 12 行和 150 个机架，每个机架共有 45 台服务器，总共 6750 台服务器。数据中心的总负载为 1716 千瓦。数据中心有 14 个冷却单元（ACU），N + 1 冗余。机架在 6SigmaRack 中建模并导入到 6SigmaRoom 中进行数据中心模拟。

6SigmaRoom 有数据中心的广泛的热模型设备库。从库中选择六个配电单元（PDU）以及 14 个 ACU 对象。同时对网络和电源线槽等影响空气流动的障碍物建模。

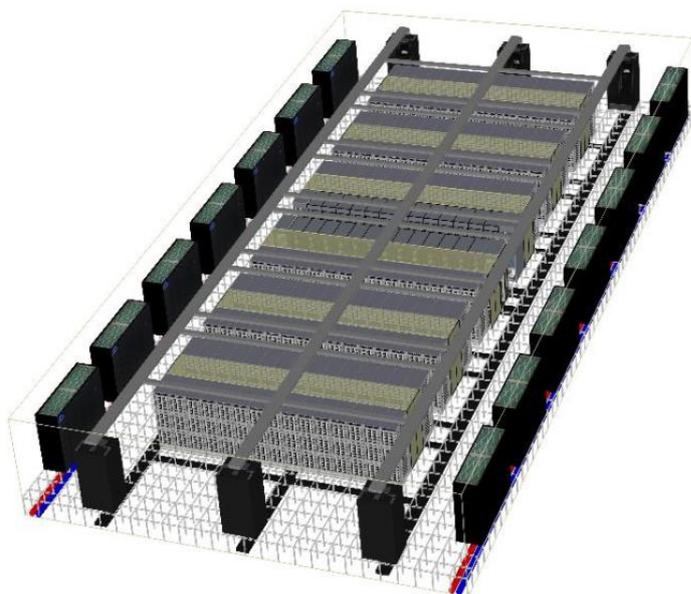


图 7：数据中心模拟

失效场景

为了显示使用 SSM 和当前设计实践之间的差异，上述方法使用通常可用的服务器数据重新建模：包括外部尺寸，铭牌功率和最高工作温度。假定入口和出口尺寸与服务器的正面和背面尺寸相同，并将固定流量设置为与服务器输入功率之比—典型工程假设为 120cfm / kW

这两种方案在功能齐全的数据中心按照设计规范进行，两者都是 N + 1 冗余，以确保如果 ACU 设备发生故障，服务器将继续运行并在适当的温度下获得充足的气流。接下来的研究将分析如果其中一个制冷设备出现故障会发生什么。图 8 中红色 X 号的 ACU 关闭，两种方案设置相同。

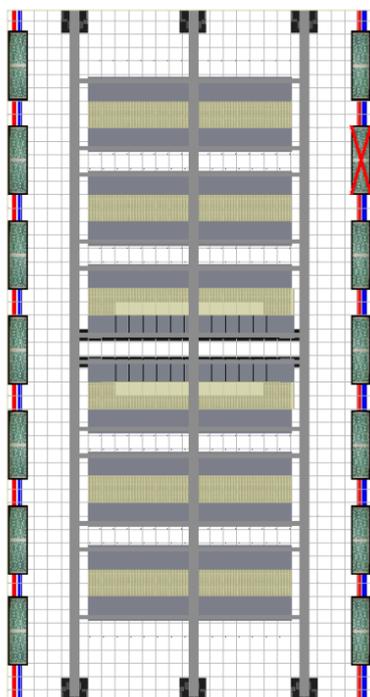


图 8：数据中心失效场景

结果

对 Windmill 服务器的仿真结果进行分析，没有发现热设计问题。所有组件都在最高工作温度以下运行（图 9）。空气导向装置确保气流通过 CPU 散热器和内存。

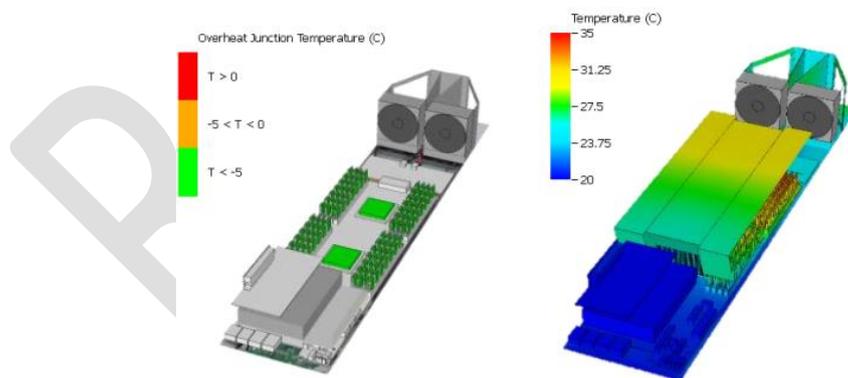


图 9：服务器表面温度图

还对 Open Compute Rack 进行了机架级仿真分析，如图 10 所示，未发现散热问题。机架设计良好，再循环路径很少。所有设备在 27°C 以下，满足 ASHRAE 规范，满足设备需风量。由于部分回流空气通过设备顶部，机架顶部的设备进口温度稍微高一些。再循环不会导致任何热问题。

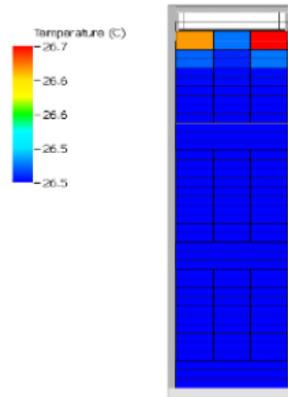


图 10: 服务器的平均入口温度

数据中心模拟在 6SigmaRoom 中进行。模拟结果显示数据中心没有过热的服务器。图 11 显示了数据中心的 ASHRAE 温度分布。使用数据中心模型和 SSM 配置冷却系统，匹配 IT 的冷却要求。这种设计是理想化的设计，没有散热问题。其目的是说明使用 SSM 进行数据中心设计的方法。

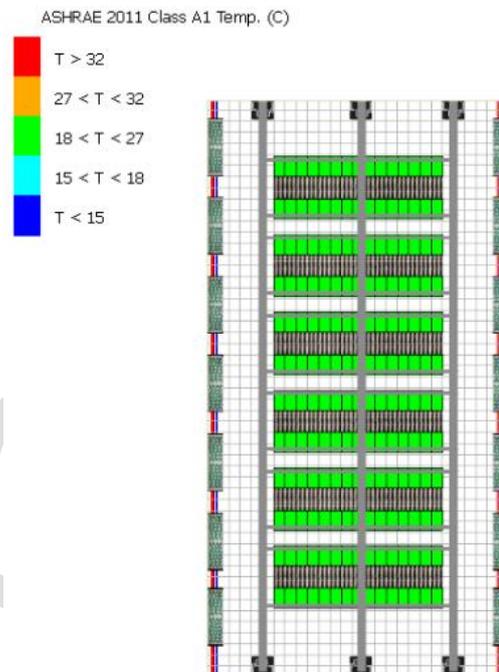
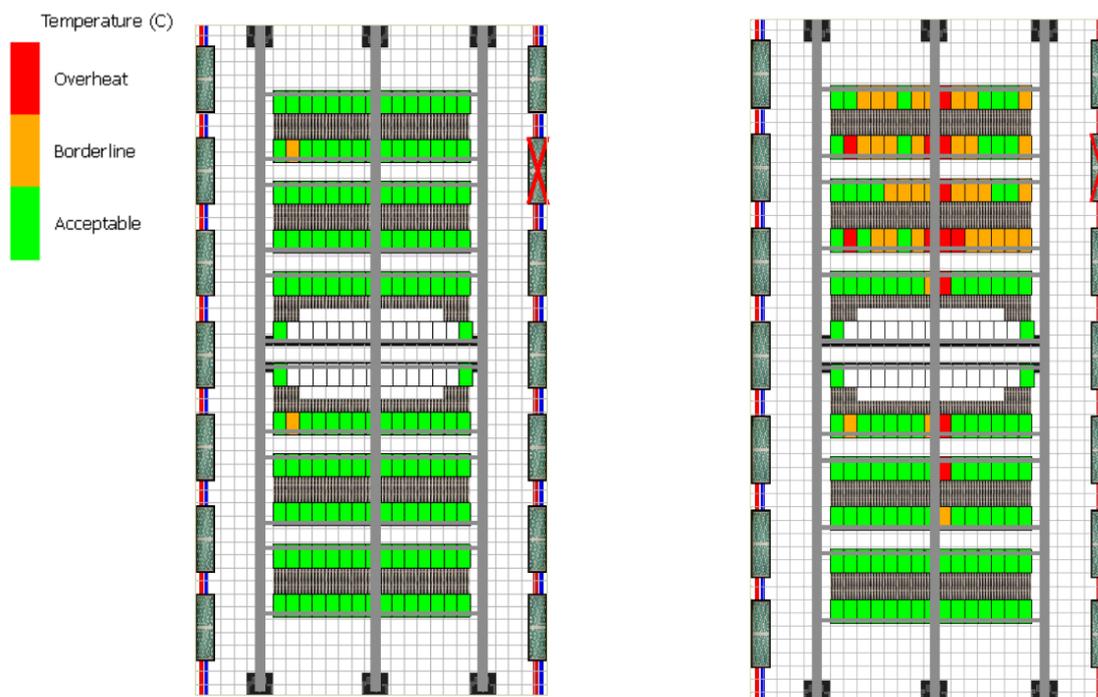


图 11: ASHRAE 温度图和 Floor Grille 温度图

图 12 显示了在数据中心模拟中使用 SSM 与使用设计假设之间的比较。如上所述，这是一种失效情况，红叉表示失效的 ACU。下面的图显示包含过热设备的机柜数量。



使用通过详细服务器转化简化服务器的数据中心模型

使用基本假设服务器模型的数据中心模型

图 12

如果数据中心模型是基于基本假设服务器模型创建的，那么数据中心运营商会得出数据中心冷却不足并增加制冷能力的结论，会降低数据中心的效率。

结论

与 IT 设备仿真一样，数据中心用 CFD 仿真是设计验证和故障排除的有用工具。可以对选定的错综复杂的 IT 设备和空气流动模式进行详细评估。如果没有关于服务器的有效和准确的信息，数据中心仿真永远不会是正确的，设计阶段反映这一点——即使在理想化的概念设计中。

为了节省求解时间，简化的 IT 设备模型 SSM 可用于在电子仿真和数据中心仿真工具之间交换相关数据。但是，必须谨慎考虑，以确保特定数据不会在机架和机房级别以及服务器内丢失。服务器模型必须是最终的，详细的设计，然后才能表征流动和散热特性，然后将这些用作边界条件来定义黑盒子而不会影响到准确性。这可以在 6SigmaET 中完成，并无缝集成到 6SigmaRack 或 6SigmaRoom 中。

将 SSM 结合到机架和数据中心中分析，可以实现比目前更好的设计。这种创新方法每年可为数据中心运营商节省数百万的能源成本。凭借 6SigmaDC，整个电子产品供应链可以针对功能、可靠性和运行成本进行优化。