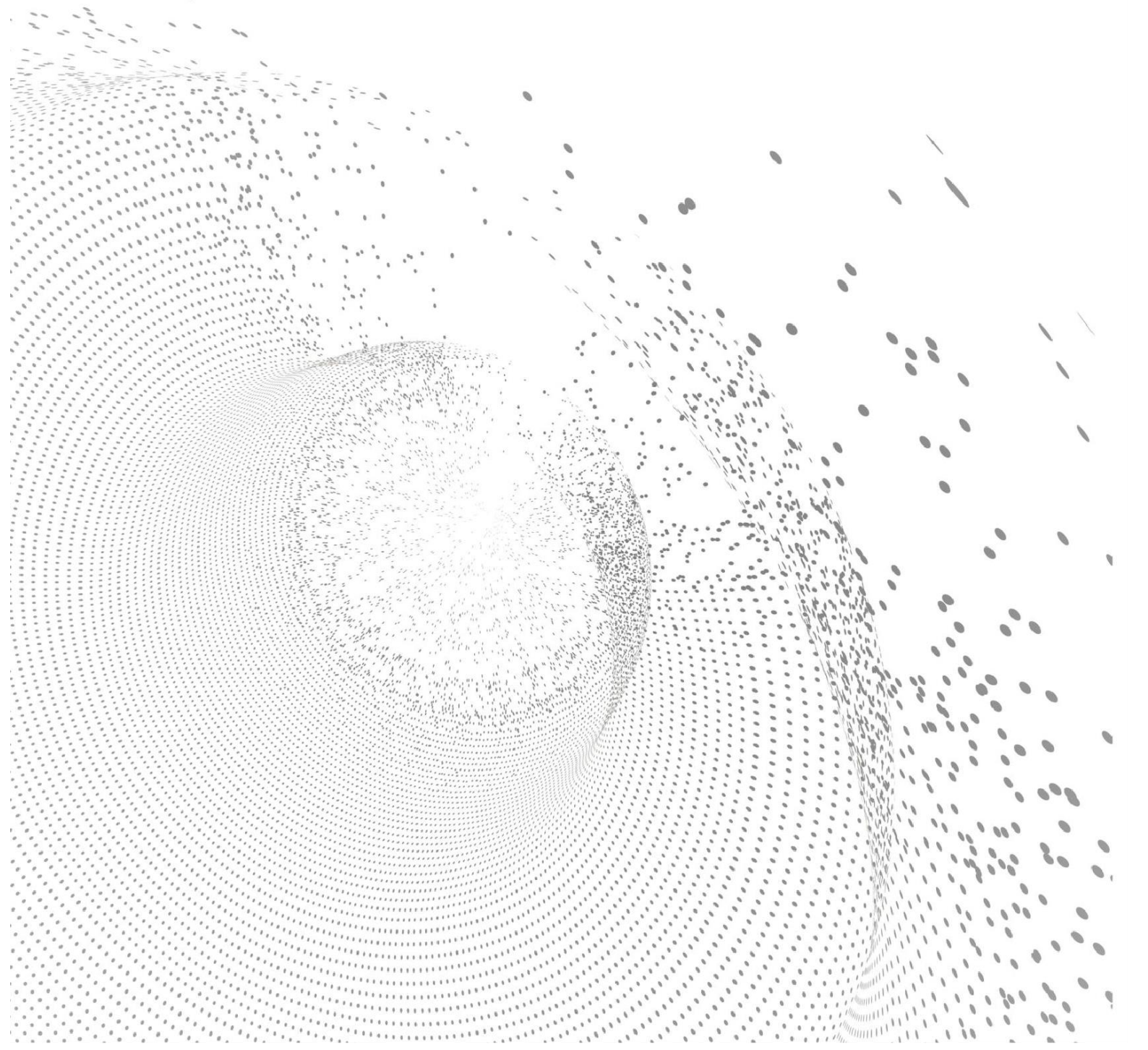


AEROSPIKE

Aerospike 多站点集群：全球分布式、强一致性、高复原能力的大规模交易功能



目录

执行摘要..... 3

应用程序和用例 3

基本概念..... 4

Aerospike 方法..... 5

核心技术..... 6

 机架感知..... 6

 强大、即时的数据一致性..... 7

运营场景..... 8

 健康集群..... 8

 故障情况..... 8

总结..... 12

参考文献..... 13

关于 Aerospike 14

执行摘要

Aerospike 的多站点集群功能具有强大、即时的数据一致性和机架感知功能，使公司能够跨多个位置运行单个数据库集群，且不会造成数据丢失风险或限制数据的可用性。这一点明显有别于许多其他数据库平台，对于这些平台而言，跨异地数据中心或跨云区域操作集群的想法有些不切实际，原因是成本太高，数据高度不一致，复原能力非常有限。

对于要求高效处理区域间交易的企业来说，优势显而易见：过去需要数小时或数日才能完成的流程，现在通常可以在几秒或几分钟内在 Aerospike 多站点集群上执行，且不会影响数据的正确性或可靠性。Aerospike 使您的应用程序无需再处理复杂的冲突检测和解决方案场景。这是因为 Aerospike 不允许冲突写入——主动避免写入，因此无需担心更新数据丢失或其他数据不一致的情况。有了 Aerospike，涉及全球分布式交易的新型应用程序现在已经可行，而且执行起来相对简单。金融领域的公司已经证明了这一点。的确，Aerospike 为银行、金融服务、电信、技术等行业公司提供的具有复原能力的 NoSQL 平台，可以保持交易历史记录的可变性、安全性和可审核性，同时降低总拥有成本 (TCO)。

如果这些听起来很难相信，请想一下 Aerospike 在高可扩展、可靠的运营数据库平台方面获得的良好声誉，该平台以极具吸引力的价位提供超快的读取/写入速度和强数据一致性。十多年来，全球企业一直将 Aerospike 用于任务关键型应用程序，与其他备选方案相比，其服务器占用空间通常最多可减少 90%，并且每个应用程序的 TCO 可节省 1 到 1,000 万美元。其他任何供应商都无法像 Aerospike 这样提供全面且极具吸引力的解决方案来支持区域间集群。

如果您还不熟悉 Aerospike，我们提供[单独的白皮书](#)，其中会介绍 Aerospike 的架构及其独特功能。本白皮书有助于了解 Aerospike 的多站点集群功能。您将了解 Aerospike 如何提供强一致性更新（不会丢失数据）、如何接受所有站点的应用程序请求、如何支持即时故障转移以及在大多数故障情况下如何做到无需手动干预即可继续运行。您还将探究 Aerospike 多站点集群在正常和故障情况下如何行为。但首先，让我们回顾一下该技术的一些示例用例。

应用程序和用例

经济全球化和不断变化的客户需求迫使企业以前所未有的方式进行竞争和协作。因此，现代交易应用程序对现有 IT 基础架构的压力远远超过其设计点。贸易结算、全球供应链管理、货币兑换、包裹跟踪、智能合同等应用程序通常需要具有复原能力高、地理位置分散、一致性强、运行时性能合理的数据库平台，以满足其目标服务水平协议 (SLA) 的要求。

正因如此，Aerospike 对其平台进行了增强，使其能够以提供快速本地读取、保持写入延迟在几百毫秒内的方式跨多个数据中心（或云区域）支持强大、即时的数据一致性。如果数据中心（或云区域）变为不可用，通常会自动、快速发生故障转移，但不会丢失已提交的写入。Aerospike 的多站点集群功能是对支持跨数据中心异步数据复制的跨数据中心复制 (XDR) 产品的补充。在 Aerospike 多站点集群中，跨数据中心的写入保持同步。多站点集群能为许多新兴的交易应用程序提供强大支持。

美国和欧洲的两个不同金融机构当前正是使用 Aerospike 多站点集群，实现了成员银行间几秒内转账。在各种情况下，Aerospike 都会存储付款交易的状态，并保证跨地理位置分散的应用程序所共享的数据的即时一致性。

银行付款交易需要一个安全的多步骤流程，包括请求验证、欺诈检测、取款、存款、故障管理、确认等。正如您可能想象的那样，付款交易必须快速完成，不丢失数据，而且基础设施必须具备足以应对各种系统故障的复原能力，同时不影响数据可用性。Aerospike 向所有参与的服务提供准确的交易状态，以便能够无缝、快速完成传输。

图 1 举例了一家美国金融机构当前采用的支持下一代支付基础设施的架构，该基础设施依赖于消息传送平台和 Aerospike，使客户能够在几秒内在成员银行间实时转账。即使是小型成员银行（例如信用合作社）也可以参与此类转账，从而拓展了传统市场基础。该架构设计为每秒处理 3000 条交易消息。值得注意的是，每条消息都可以生成近十二个读取/写入数据库操作，每个操作都作为单独的数据库交易进行处理。对此架构的支持就是一个跨美国东西部的双区域 Aerospike 多站点集群。

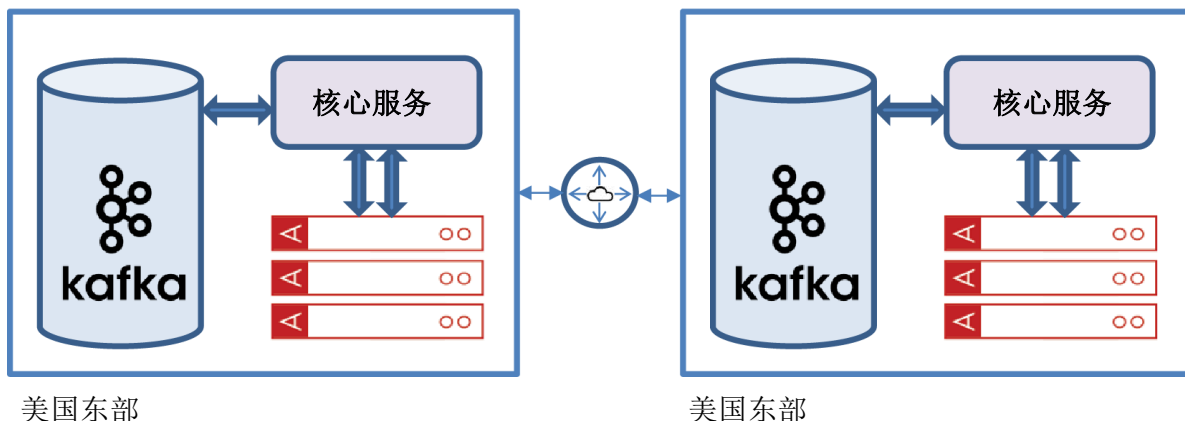


图 1：双区域 Aerospike 多站点集群支持银行间支付

Aerospike 多站点集群在欧洲以类似方式部署，以支持目标即时支付结算 (TIPS) 服务，如图 2 所示。不论时间几点，TIPS 都能使欧洲各地的人们和公司在几秒内完成相互转账。欧洲的一家大型银行为了跟踪支付状态，部署了一个跨两个数据中心的 Aerospike 集群，每个集群有三个节点。这种 Aerospike 基础设施能够以全天候可用性，轻松满足银行每秒处理 2000 笔交易、每天处理多达 4300 万笔交易的目标，还满足银行要求的每笔付款成本控制在 0.0020 欧元以内。其他解决方案均不符合银行的高复原能力（100% 正常运行时间）、高一致性（无数据丢失和脏读或过时读取）以及低交易成本目标。该银行正在计划向集群添加第三个数据中心，以增加容量并进一步增强复原能力。

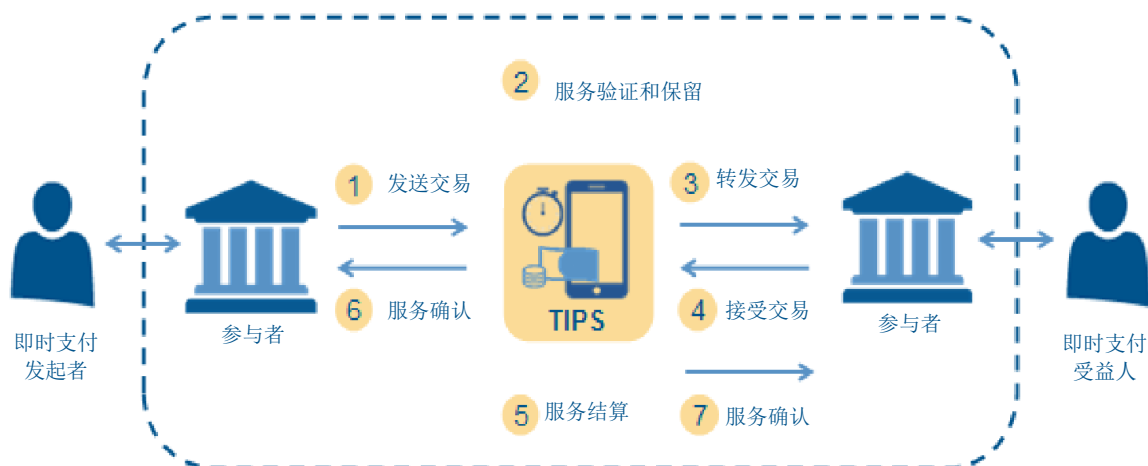


图 2：欧洲由 Aerospike 提供支持的目标即时支付结算服务

基本概念

像我们刚讨论的现代应用程序要求其数据库基础设施：

- 始终可用（无计划内或计划外停机）
- 始终正确（无数据不一致情况，如数据丢失或写入冲突）

这些要求意味着需要一个跨多个地理位置的分布式数据库平台，以便在发生可能占用数据中心的局部灾难时以及在发生较常见故障（例如失去与数据中心的连接或数据中心节点硬件故障）时具有复原能力和可用性。虽然公司自然希望为此类基础设施花费更多资金并产生一些运行时性能开销，但部署的任何解决方案都必须满足合理预算和 SLA 目标。

那么，研究人员和供应商如何应对这些挑战呢？他们为那些寻求地理位置分散且始终可用、始终正确的数据库平台的

公司提供了哪些技术？

主动/主动数据库跨多个区域（至少两个）以及所有位置的服务应用程序请求。因此，每个位置都是“主动”的。跨区域复制数据记录可以实现随时随地处理读取。在某些架构中，特定数据记录的写入仅在一个主位置进行处理，其他架构允许在多个位置进行此类写入。

每种方法都面临着可用性、一致性和（不同范围的）性能方面的挑战。例如，如果在任何数据中心允许写入任何特定记录，那么，如何保持数据的同步和一致性？两阶段提交协议于 20 世纪 90 年代首次使用分布式关系 DBMS 被推出。它解决该问题的办法是：让全球交易协调员与两阶段提交协议中的每个参与者进行反复沟通，确保交易最终全部提交或未提交。该协议所带来的**强一致性**是强制的，但成本高，速度慢。因此，其他数据库供应商提供**最终一致性**，保证对特定记录的所有访问最终都会得到相同的返回值，前提是在副本聚合之前未对该记录进行其他更新。但这是有代价的。在正常操作期间（不仅仅是故障情况下），读取器可能会发现过期数据。此外，如果同一记录在所有副本聚合之前多次更新，则必须解决冲突，并且某些数据可能会丢失。

稍后，您将探讨 Aerospike 如何解决其多站点集群中的数据可用性、一致性和性能问题。但在我们深入了解 Aerospike 的技术之前，应该简要介绍一下主动/被动数据库架构。此类架构由一个处理所有读取/写入请求的主动数据中心组成。另一个被动数据库在远程数据中心进行维护，当主动系统出现故障时处于备用状态。在此类架构中，被动数据库通常异步更新；故障转移可能是自动的或需要手动干预。

主动/主动和主动/被动架构都有益处，因为它们针对的业务需求不同。Aerospike 的 XDR 产品可以支持主动/主动或主动/被动配置，但其复制过程始终保持异步。本文重点介绍 Aerospike 的多站点集群功能，该功能通过同步数据复制来支持主动/主动配置。

Aerospike 方法

如果您还不熟悉 Aerospike，这里再介绍一下。它是一个分布式 NoSQL 系统，可对操作数据集提供极快、可预测的读取/写入访问权限，这些操作数据集跨越存储多达数拍字节数据的数据库中的数十亿条记录。与竞争对手的解决方案相比，其已获专利的混合内存架构™在服务器占用空间更小的情况下提供卓越性能。Aerospike 的设计特点包括：高效使用的动态随机存取存储器 (DRAM)、永久内存 (PMEM) 和非易失性内存（固态硬盘或 SSD）、复杂（和自动）的数据分发技术、“智能客户端”层等。

直到最近，Aerospike 集群需要驻留在一个数据中心或两个相距 10 英里以内的数据中心的。认识到现代交易应用程序的需求迫使公司跨远程数据中心和云区域部署共享数据库，Aerospike 在其引擎中构建了机架感知功能。此技术与 Aerospike 对强大、即时数据一致性的支持结合后，允许跨多个地理位置部署单个 Aerospike 集群，具有高复原能力、自动化故障转移和无数据丢失的特点。此外，由于 Aerospike 的基本架构非常高效，因此，一个多站点集群的 TCO 低于其他主动/主动备选方案。

Aerospike 多站点集群的外观如何呢？它的工作原理是什么？让我们转到图 3。图 3 说明了一个跨三个数据中心的 Aerospike 集群示例，每个数据中心有三个节点。应用程序将此地理位置分散的环境视为单个系统，并且可无缝处理读取/写入请求。为了获得最佳性能，读取在本地处理，同时根据需要写入路由到远程位置。我们很快就会详细介绍这些具体内容。但重要的是，Aerospike 能够尽可能高效地处理每个读取/写入请求，同时保持强数据一致性。应用程序不受该结构影响，无需采取任何特殊措施来解决可能存在冲突的更新，处理过期数据等问题。

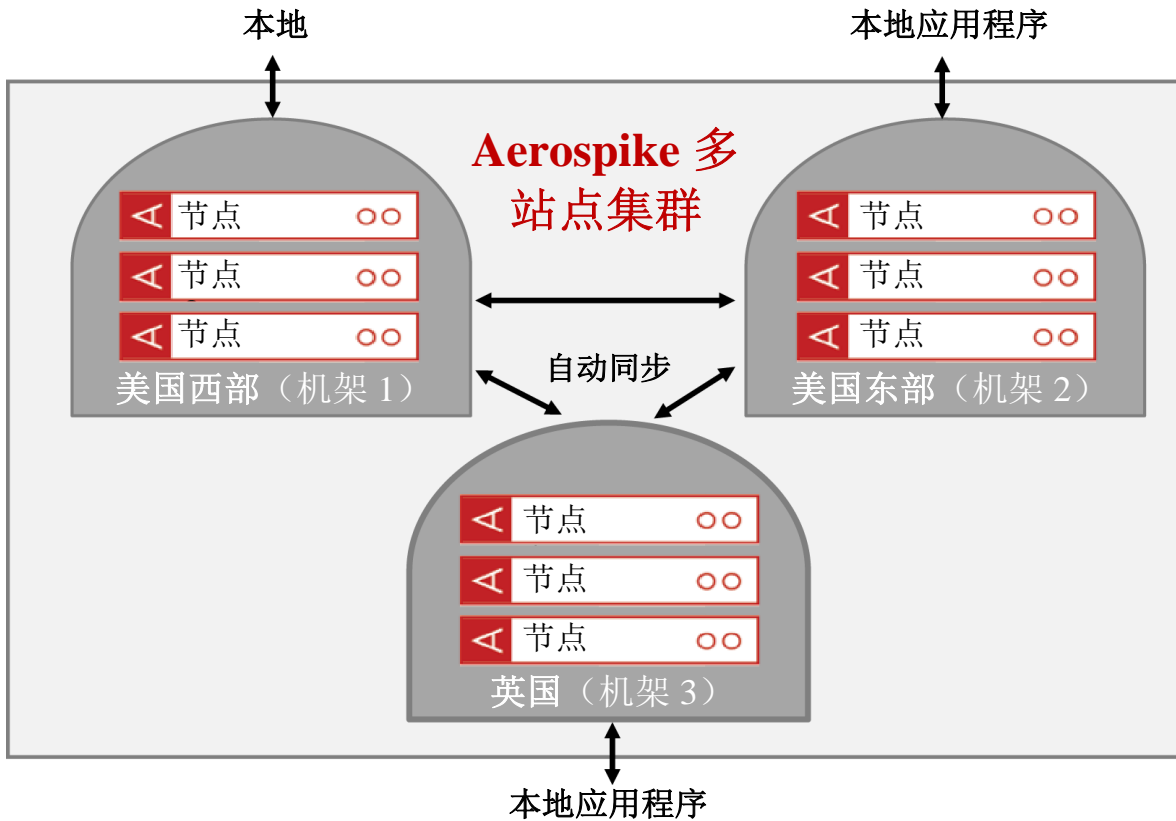


图 3: 跨三个数据中心部署的 Aerospike 集群示例

值得注意的是, Aerospike 多站点集群最多可配置两个数据中心, 仅维护两个用户数据副本 (复制因子 2)。但是, 至少有三个数据中心维护了三个用户数据副本 (复制因子 3), 从而显著提高了可用性和故障转移自动程度。

最后, Aerospike 自动维护有关组成健康集群的信息以及数据存储位置信息, 使得 Aerospike 能够检测并快速克服从数据中心单个节点丢失到整个数据中心丢失的各类故障。

在这一背景下, 我们将探讨能够使公司跨多个区域部署 Aerospike 的两种核心技术。然后, 我们将探讨各种操作场景, 以说明 Aerospike 在此类配置中的工作原理。

核心技术

机架感知和强大的即时数据一致性是关键功能, 允许跨远程数据中心或跨云区域部署 Aerospike 集群。我们将依次谈谈每个该功能。

机架感知

在多站点集群中, Aerospike 的机架感知 (RA) 功能使数据记录 (分组到数据分区中) 的复制副本能够存储在不同的硬件故障组 (即不同机架) 中。通过数据复制因子设置, 管理员可以配置每个机架, 以存储所有数据的完整副本。这样做可以最大限度地提高数据的可用性和本地读取性能。例如, 在包含一个机架的三区域集群中, 复制因子 3 指示 Aerospike 维护每个机架中所有数据的副本。为了防止热点, Aerospike 在每个机架内的所有节点之间均匀分布数据。正如您即将了解的那样, 集群的一个机架中只有一个节点可随时维护特定数据分区的原版副本; 其他机架具有存储该分区复制副本的节点。Aerospike 自动同步原版副本与不同机架/节点上的复制副本。

您可能好奇 Aerospike 如何跟踪各种原版副本和复制副本数据的位置。这些信息以及构成健康集群的机架和节点的完整列表保存在 Aerospike 自动维护的名册中。该名册存储在每个 Aerospike 集群机架的每个节点上。正如您很快会看到的那样, 该名册在处理写入操作和管理各种故障场景方面发挥着重要作用。

图 4 是之前介绍的示例集群的一个较详细视图。每个数据中心有一个三节点机架。每个节点有一个名册副本, Aerospike

使用其来跟踪健康集群状态以及数据分发，其中包括名册原版副本和复制副本数据分区的所在位置。在本示例中，一个数据分区的名册原版副本（以黄色显示）位于机架 2（美国东部）的节点 3 上；复制副本位于机架 1 的节点 1 和机架 3 的节点 2 上。

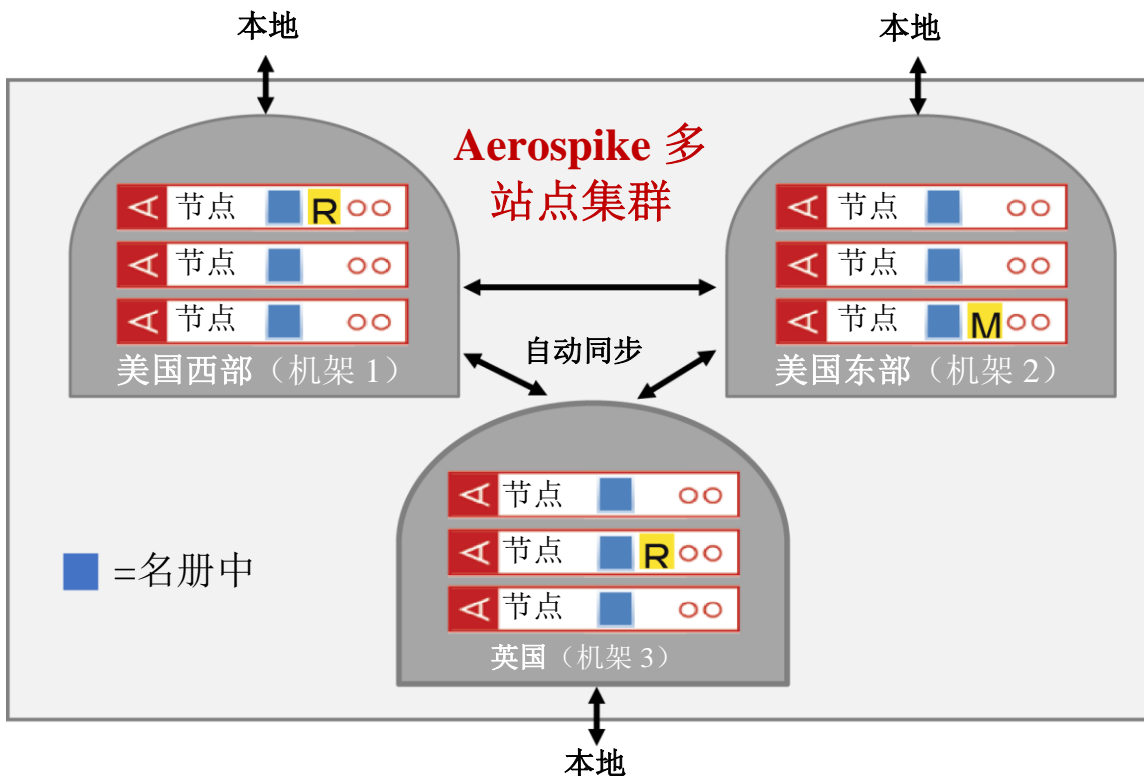


图 4: Aerospike 跨多个机架分发数据的原版副本和复制副本

强大、即时的数据一致性

我们前面讨论的应用场景需要一个可提供绝对数据正确性的多区域数据库平台。特别是，读取操作只能看到最新提交值（非过期数据或脏数据/未提交数据），并且提交的写入决不会丢失。Aerospike 强大的一致性 (SC) 模式可满足这些业务需求。

一份[单独的白皮书](#)介绍了 Aerospike 在单区域集群中的 SC 方法，此方法同样适用于多站点集群。因此，我们将在此简要总结 Aerospike 的 SC 行为。

Aerospike 使用其内部名册以及在机架中分组的节点“心跳”来评估集群的当前状态。该信息使 Aerospike 能够确定在各种故障情况下什么才是有效操作，例如导致系统某些部分无法与其他部分通信的网络故障（有时称为“脑裂”场景）。

为了在多站点集群中保持事件顺序适当，Aerospike 采用了能将时间戳与附加信息结合在一起的一个自定义 Lamport 时钟，包括一个能在某些事件发生时增量的计数器。有了 Aerospike，每个读取或写入操作都被视为一笔单独交易。Aerospike 按顺序处理特定记录的所有写入，以便写入不会重新排序或跳过。Jepsen 工作负载的独立测试在使用 Aerospike 建议的配置设置进行操作时没有显示任何错误。

正如您很快会看到的，Aerospike 会自动采取纠错措施，以从各种故障情形中恢复，包括特定数据分区的名册原版副本变为不可用的故障情形。Aerospike 会尽可能透明地将管理该分区写入操作的主要责任传输到另一个包含有效数据复制副本的可用数据中心，以便仍可以处理应用程序请求。当然，Aerospike 这样做的方式是，当集群恢复到完全健康状态时，不会发生冲突写入，也不会丢失已提交的写入。

运营场景

通过浏览某些示例场景，可能最容易了解 Aerospike 的多站点集群功能。当集群健康时，我们首先会覆盖正常情况下的读取/写入操作。然后，我们将探讨当出现不同类型故障时会发生什么情况，例如数据中心丢失，或一个或多个数据中心之间的网络通信丢失。

值得注意的是，与某些平台不同，Aerospike 支持滚动升级，不会中断服务。例如，特定数据中心的管理人员可以使节点脱机进行软件升级，并在准备就绪时将其恢复到集群中，不会丢失数据的可用性或一致性。这是 Aerospike 在单一站点和多站点配置中的基本功能。同样，一个多站点集群中的不同数据中心在滚动升级过程中可以有运行不同软件版本的节点，集群无需离线即可同步集群所有节点上的软件级别。

健康集群

所有 Aerospike 集群都有一个“智能客户端”软件层，用于维护内存中有关如何在集群中分发数据的信息。该信息将数据分区映射到对其进行管理的机架/节点上。Aerospike 自动并透明地将应用程序读取特定数据记录请求路由到其本地数据中心相应的机架/节点上。返回到图 4 所示的多站点集群，美国东部的一个寻求读取黄色数据分区所含记录的应用程序，将访问其本地数据中心的机架 2 节点 3 中数据的原版副本，其中只有一个网络“跃点”。英国的另一个寻求访问同一数据记录的应用程序也会享受“一跳”访问，因为 Aerospike 将从机架 3 节点 2 上本地数据中心存储的复制副本 2 来检索数据。通过以这种方式智能、透明地处理读取请求，Aerospike 可以向使用多站点集群的应用程序提供与使用单区域集群的应用程序相同的亚毫秒级读取延迟。

写入交易的处理方式稍有不同。与读取一样，任何授权的应用程序都可以启动写入，不论其位置如何。但为了确保跨集群的强大、即时的数据一致性，Aerospike 将每个写入路由到包含数据当前主节点的机架/节点上。主节点可确保写入活动在提交操作之前反映在其自己的副本以及所有复制副本中。

举个例子。再返回图 4，美国东部以黄色显示的数据写入请求将被路由到本地数据中心的机架 2 节点 3，因为它包含目标记录的主节点。来自美国西部或英国的相同记录的写入请求将被路由到美国东部的机架 2 节点 3，原因一样，因为那里是主节点所在位置。正如您所期望的那样，这种写入操作的路由以及跨所有复制副本位置同步写入效果的需求引入了一些通信开销。简言之，写入速度不会像读取速度一样快，但使用 Aerospike 多站点集群的大多数公司都实现了几百毫秒或更短的写入延迟，这很符合其目标 SLA 的要求。

故障情况

面对故障时的复原能力是任何多区域运营数据库的关键要求。让我们面对 IT：自然灾害、停电、硬件故障和网络故障可能导致多区域集群的一个或多个组件无法访问。图 5 是涉及数据中心故障、数据中心机架内单个节点故障以及数据中心之间网络故障的示例。

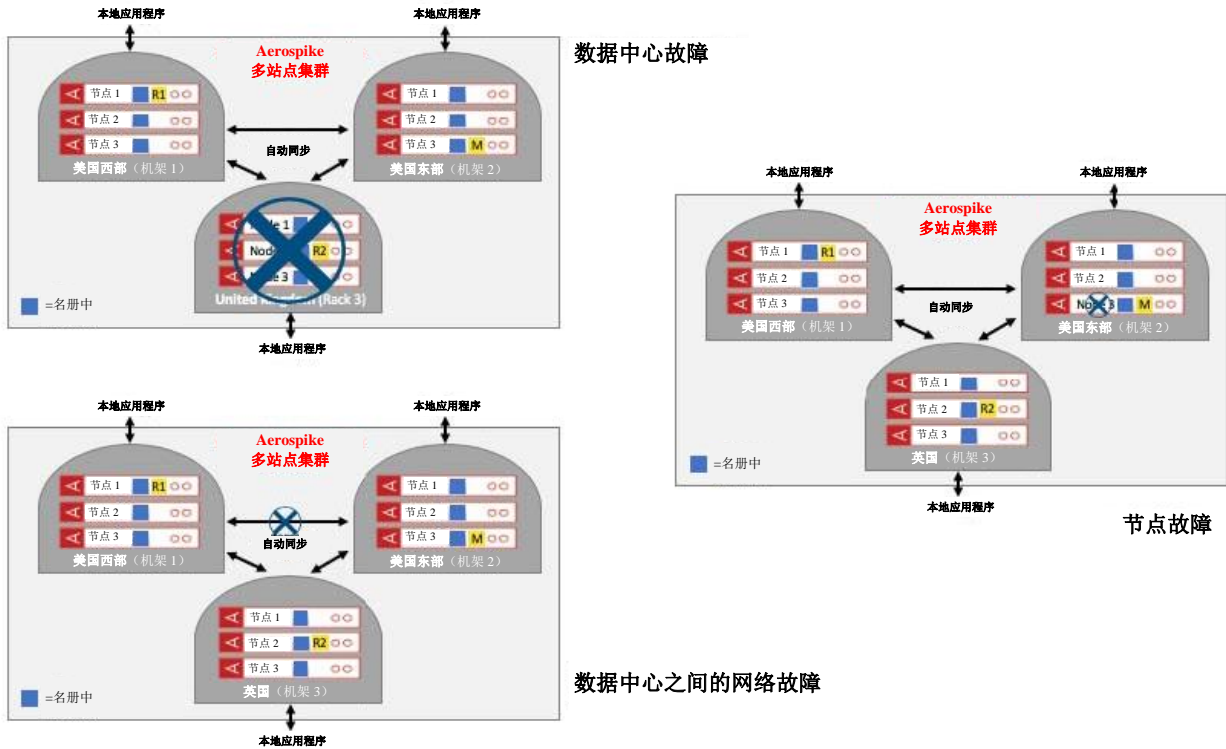


图 5：三个示例故障情形

如前所述，Aerospike 的内部名册和心跳机制使其能够在多区域集群的某些部分出现故障或无法访问时进行检测。Aerospike 立即做出反应，通常会在几秒内形成一个新的子集群来处理应用程序请求。在许多情况下，即使整个集群的一部分不可用，该子集群也可以无缝处理所有读取/写入操作。但是，根据故障的严重性，有时操作会受到限制。Aerospike 可以在不影响数据正确性的情况下保持尽可能高级别的数据可用性。

故障转移一般规则

要从故障中恢复并形成新的子集群来处理应用程序请求，让我们首先回顾一下 Aerospike 遵循的一般规则。如果名册原版副本不可用，Aerospike 将从可用复制副本中指定一个新的原版副本，并创建新的复制副本，以便每个数据分区都具有系统的复制因子设置所规定的复制副本数。

在多站点集群中，新的原版副本通常位于另一个机架上。此外，创建新复制副本通常是通过从另一个机架复制数据来完成的。这种情况发生在后台，不会影响可用性。借助高网络带宽连通性和管线式数据传输，可以快速创建复制副本。

将集群拆分为多个子集群时，为确保数据的高度一致性，只有一个子集群可以接受对特定分区的请求。Aerospike 遵循以下规则来确定运营子集群可以执行的操作：

1. 如果子集群同时具有分区的原版副本和所有复制副本，则该分区可用于该子集群中的读取和写入。
2. 如果子集群具有严格的大多数节点，并且具有分区的原版副本或复制副本，则该分区可用于该子集群中的读取和写入。
3. 如果子集群只有一半节点，并且具有原版副本，则该分区可用于该子集群中的读取和写入。

正如您可能想象的那样，在任何故障情况下，非常重要的一点是，其余集群节点间要拥有足以容纳额外数据副本的容量。例如，即使机架数量由于某种类型的故障而减少到 2 个，复制因子为 3 的 3 机架集群仍要使用 3 个数据副本来运行。Aerospike 将自动、透明地进行必要工作，以根据需要创建和填充新副本，并在集群再次完全正常运行时删除临时副本。对于采用高一致性的 Aerospike 的多站点和单站点安装，此方法亦适用。

在此背景下，让我们返回图 4 所示的三个示例故障场景，并从应用程序角度评估发生的情况。虽然其他类型的故障场景也有可能发生，但学习了解这三种场景应该有助于您更好地了解 Aerospike 应对故障的方法。

数据中心故障

让我们从英国数据中心出现故障的第一个场景开始，更多详细信息见图 6。如图所示，3 区域集群的复制因子被配置为 3。

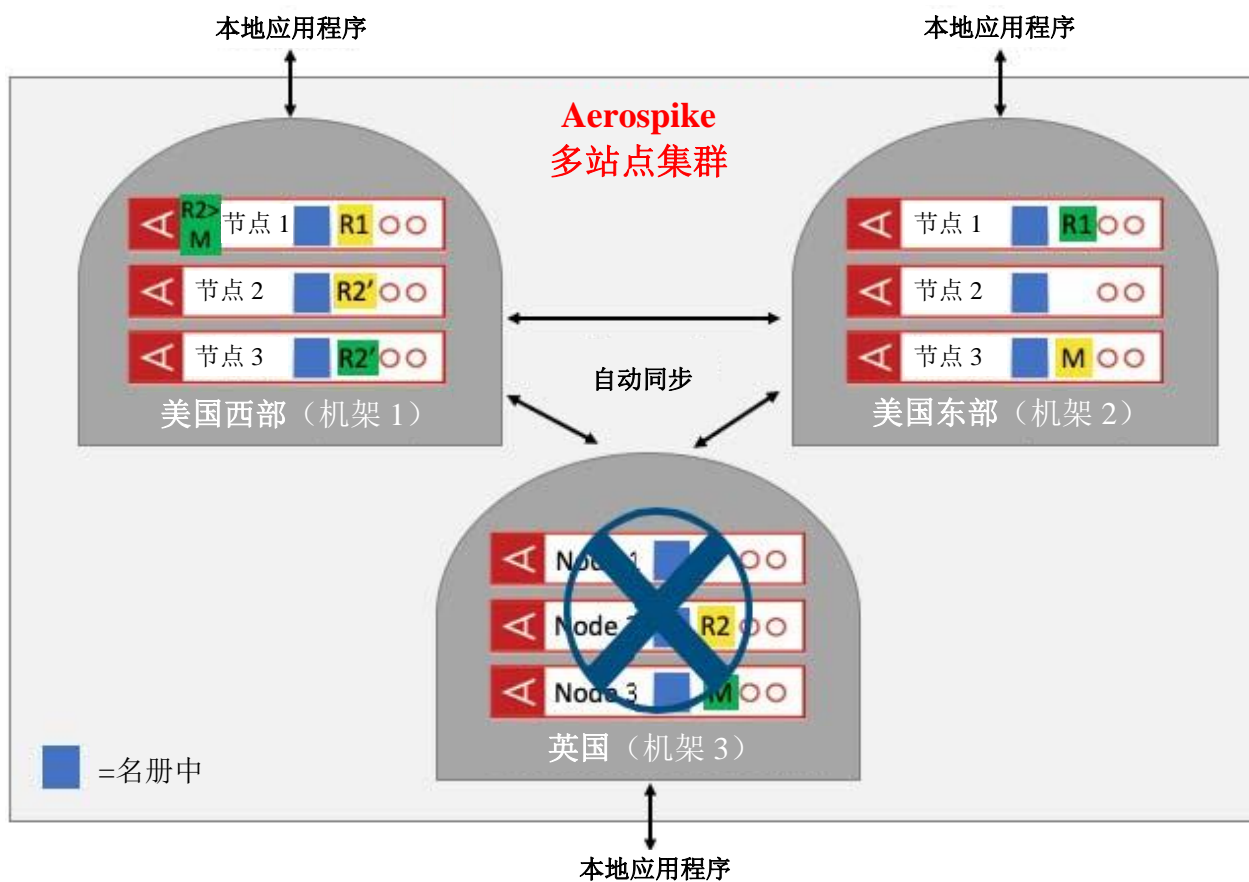


图 6：英国数据中心出现故障。其余中心提供完整的数据可用性。

Aerospike 将自动形成一个跨两个运营数据中心（美国西部和美国东部）的新子集群。该子集群将无缝服务所有应用程序的读取/写入请求，包括来自英国的应用程序的读取/写入请求（假设它们已连通尚存的子集群）。简言之，数据仍然可用，而且同样重要。在故障期间以及英国数据中心恢复之后，要保证数据的一致性。

这怎么可能呢？细想一下对黄色所示数据的访问。新形成的子集群包含数据的名册原版副本以及构成完全健康集群的大部分机架/节点。来自美国西部和美国东部的应用程序的读取将在本地处理，但来自英国应用程序的读取请求将自动（并透明）重新路由到两个可用数据中心中的一个，每个数据中心都有数据副本。任何应用程序启动的写入都将路由到美国东部，因为它包含名册原版副本。因此，美国东部将负责同步所有可用副本的写入。当英国数据中心进行恢复处理时，会确保其复制副本与所有远程原版副本同步。

为将此新子集群的复制因子保持为 3，Aerospike 将在尚存节点后台创建一个新的 R2 复制副本，以临时替换英国数据中心的原始 R2 复制副本。在图 6 中，R2' 位于美国西部的机架 1 节点 2 中。正如您所期望的那样，当英国数据中心完全恢复时，R2' 将自动被删除。

您可能疑惑 Aerospike 如何处理由故障数据中心管理的名册主数据，即图 6 中绿色所示数据描述的情况。同样，美国西部和美国东部的子集群将服务所有读取/写入请求。Aerospike 将选择其中一个要升级到原版副本的复制副本。图 6 显示了复制副本 2 的情况，复制副本 2 存储在美国西部机架 1 节点 1 中。读取操作将按照前段所述进行。对于连接美国西部和美国东部的应用程序，读取将在本地进行，而英国应用程序将从其中一个数据中心进行读取。来自任何应用程序的写入都将定向到美国西部，其中包含数据的当前原版副本。此外，由于原始 R2 被升级为原版副本，所以，为保留尚存集群中的复制因子，Aerospike 将创建另一个复制副本 (R2')。在此示例中，美国西部的机架 1 节点 3 被选定来托管绿色所示数据的 R2'。

当英国数据中心进行恢复处理时，它会确保其复制副本与所有远程原版副本保持同步，并会自动删除绿色所示的R2'。每个数据副本（名册原版副本或复制副本）的原始命名将重新设置，以提高整个集群中的数据可用性和负载平衡性。

值得考虑的是，如果英国数据中心未离线，只是由于网络中断导致美国西部或美国东部无法访问该数据中心，则可能发生什么情况。Aerospike 将采用与上述相同的方式处理这种情况。为什么呢？原因尽管英国数据中心可正常运行，但集群只有小部分节点，而美国西部和美国东部则有大部分节点。因此，Aerospike 将自动、透明地将所有读取/写入请求定向到美国西部和美国东部，如前所述。在网络通信恢复并且整个集群再次正常运行之前，英国数据中心不会处理任何请求。

节点故障

接下来，让我们看一下低灾难性故障情形（数据中心中的一个节点出现故障），如图 7 所示。Aerospike 处理该情况的方式与处理单站点集群和多站点集群的方式大致相同。基本上，它会形成一个没有故障节点的新子集群，并允许继续所有读取/写入处理。正常运行的节点上的复制副本将根据需要升级为原版副本，以取代故障节点。假设在这种情况下复制因子为 3，Aerospike 会在后台创建另一个复制副本，将机架 2 的节点 1 和 2 优化为新复制副本的目标节点，以便机架 2 保留数据的完整副本。

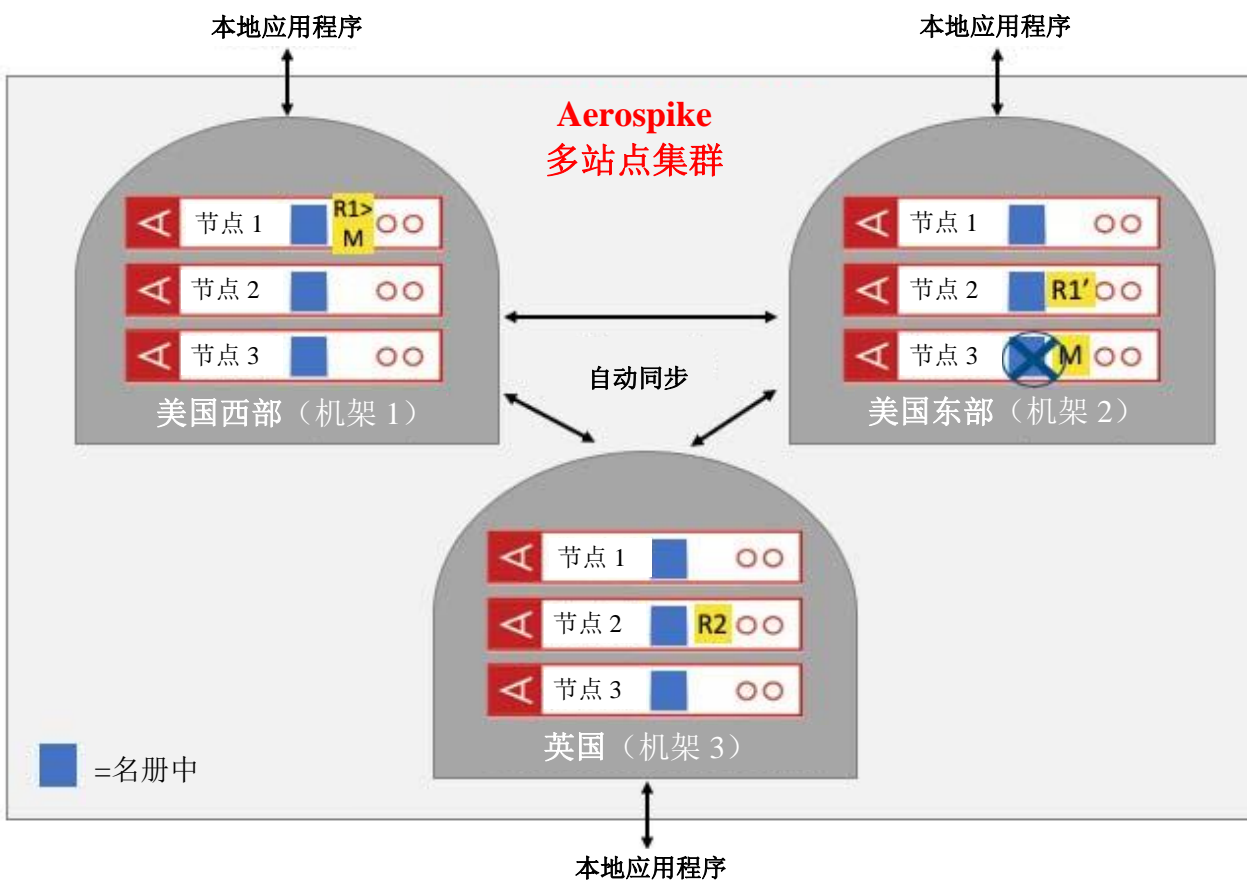


图 7：美国东部节点故障。其余节点提供完整的数据可用性。

读取将在本地处理。写入将重定向到新的原版副本，这样会同步整个子集群操作。故障节点恢复联机后，Aerospike 将根据需要在后台重新分配和重新平衡数据，确保恢复的节点包含当前数据并回收其名册原版副本和复制副本数据分区。

数据中心间的网络故障

最后，我们来考虑一下一个数据中心无法与另一个数据中心通信的情况，这可能是由于网络故障。图 8 举例说明了美国西部和美国东部之间出现网络故障的情况。

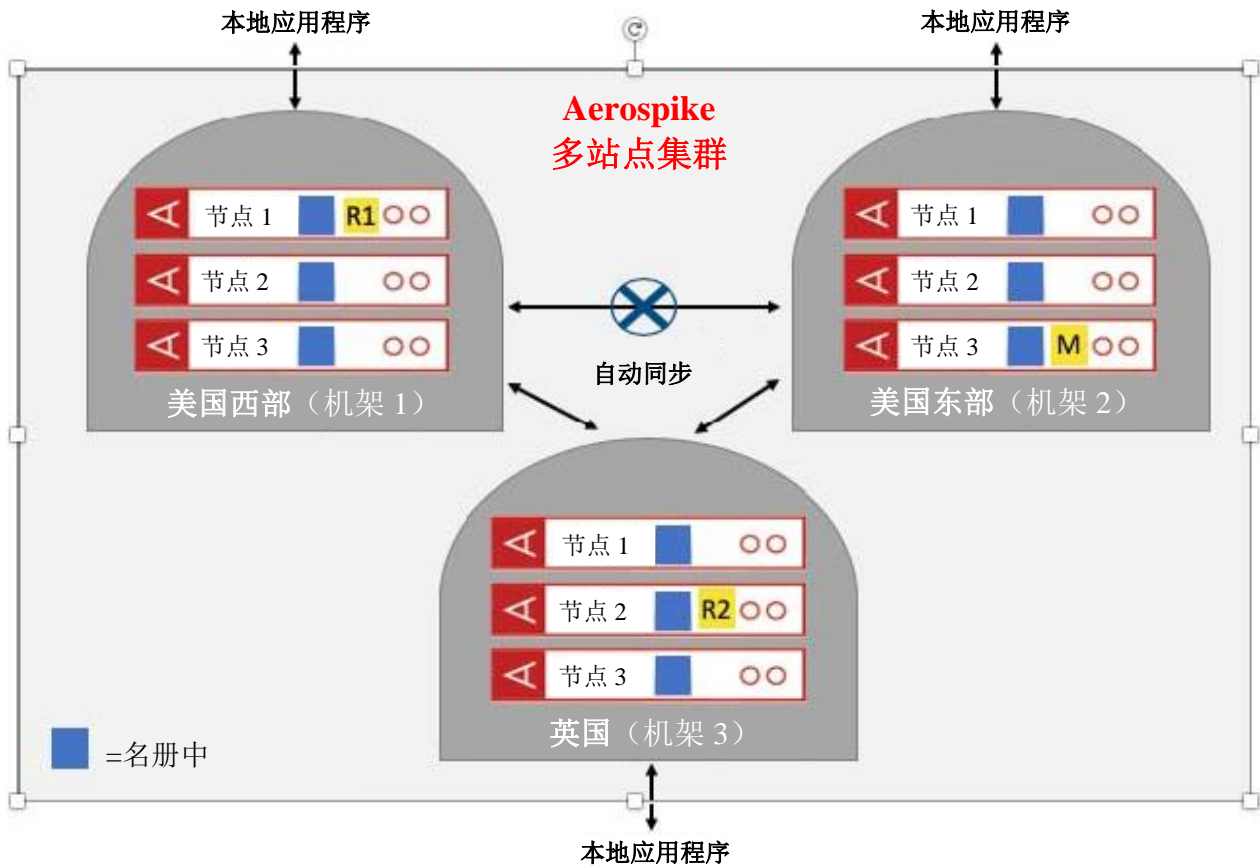


图 8: 美国西部和美国东部之间的网络故障

这种情况显示的是一种“脑裂”情形，其中，美国西部和英国数据中心可以形成一个子集群，而美国东部和英国数据中心可以形成另一个子集群。请注意，每个子集群都包含名册中定义的大部分节点。那么，Aerospike 会做些什么呢？使用确定性算法时，Aerospike 会选择一个要保持主动状态的子集群，并使另一个子集群处于非主动状态。主动的子集群会处理所有读取/写入请求；其他子集群在进行恢复处理且集群再次回到完全健康状态之前不会处理请求。

在此示例中，如果 Aerospike 选择的是主动的美国东部-英国子集群，则对黄色数据的读取将发生在美国东部或英国，而对黄色数据的写入将被路由到美国东部，后者包含原版副本。如果 Aerospike 选择的是待激活的美国西部-英国子集群，则黄色数据的其中一个复制副本将升级为原版副本，并将在其中一个数据中心创建一个新的复制副本，以使所需复制因子保持为 3。读取操作将在美国西部或英国进行，而写入将路由到包含新指定原版副本的机架/节点上。

总结

经济全球化的不间断需求，加上现代交易应用程序不断变化的需求，迫使公司寻求能够跨多个位置、提供全天候可用性并保持数据一致性的新型数据库基础设施。Aerospike 正好提供了一个极具吸引力、经济性高的解决方案。简言之，Aerospike 使公司能够跨多个地理位置部署单个集群，同时具有高复原能力、自动故障转移功能，而且不会丢失数据。银行和其他行业的早期采用者已经开始部署依赖此项技术的任务关键型复杂业务应用程序。

如果您觉得这难以置信，请细想，金融、技术、电信、零售、制造和其他行业的公司部署单区域 Aerospike 集群已经超过十年了。与其他替代方案相比，由于 Aerospike 的资源效率和高性能设计，Aerospike 客户可减少其服务器占用空间多达 90%，每个应用程序可节省 1 到 1000 万美元的 TCO。

没有其他任何供应商能够像 Aerospike 这样提供如此全面且极具吸引力的解决方案来支持区域间集群。何不继续探究一下如何从具有高复原能力且完全一致的多区域数据库平台受益？[联系 Aerospike](#) 安排技术简报或讨论潜在的试点项目。

参考文献

[探究 Aerospike 企业版的数据一致性](#), Aerospike 白皮书, 2018 年

[Aerospike 3.x 的 Jespon 测试报告](#), Kyle Kingsbury, Jepsen.io, 2018 年 3 月

[实现操作数据价值最大化](#), Aerospike 白皮书, 2018 年

[什么是目标即时支付结算 \(TIPS\) 服务?](#), 欧洲中央银行网页

关于 Aerospike

Aerospike 是新一代实时 NoSQL 数据解决方案的全球领导者，可满足任何规模企业的需求。Aerospike 突破了看似不可能克服的数据瓶颈，以低复杂性的基础设施和低成本的传统 NoSQL 数据库赢得竞争。Aerospike 的获得专利的 Hybrid Memory Architecture™ 通过释放现代硬件的全部潜力，提供了无与伦比的竞争优势，并通过边缘、核心和云中的海量数据提供了以前难以想象的价值。Aerospike 使客户能够即时抵制欺诈；大幅增加购物车大小；部署全球数字支付网络；并为数百万客户提供即时的一对一个性化服务。Aerospike 的客户包括 Airtel、Banca d'Italia、Nielsen、PayPal、Snap、Verizon Media 和 Wayfair。该公司总部位于加利福尼亚州山景城，并在伦敦、班加罗尔、印度和以色列的特拉维夫设有办事机构。