



大规模可扩展图架构的核心优势

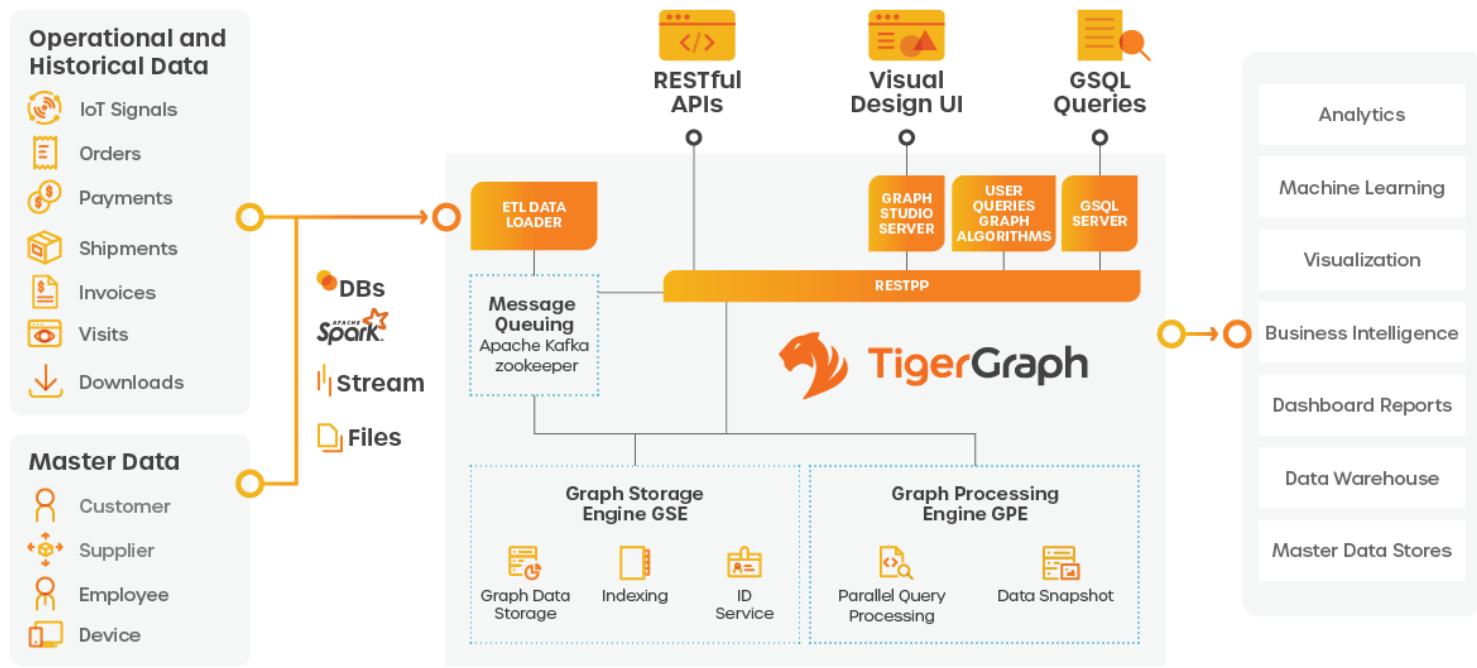


序言

TigerGraph是一款支持实时分析的企业级图数据库。它是围绕本地存储和计算建立的，支持实时图更新，并像一个并行计算引擎一样工作。这些能力提供了以下极具竞争力的优势：

- 快速的数据加载速度来构建图——每台机器每小时可以加载50到150 GB的数据
- 快速执行并行图算法——每台机器每秒能够遍历数亿个顶点/边
- 使用REST进行实时更新和插入——能够在一个只有20台商用机的集群上向一个有1000亿多个顶点和6000亿多条边的图实时加载20亿多个日常事件
- 将实时分析与大规模离线数据处理相结合的能力——第一个也是唯一一个此类系统

图 1:
TigerGraph 图数据库导入和导出数据的示意图



“有了TigerGraph，我们可以将数据源连接在一起，并在数据中建立关联。这种关联是我们以前无法做到的。现在，我们可以解决过去20年来我们想都不敢想的问题。”

数据分析总监，捷豹路虎

[点击查看捷豹路虎案例](#)

TigerGraph 图数据库架构概述

TigerGraph 图数据库系统建立在基于 MPP 的架构之上。与任何经典 MPP 架构一样，其目标是构建一个 Shared-nothing 系统，允许不同服务器上的进程大规模并发工作。最终使客户能够构建可以随着数据量的增加而无缝扩展的应用程序。有了 TigerGraph，这就成为可能，因为 TigerGraph 为用户提供了一个统一的数据库实例。

TigerGraph 的另一项核心设计是关键组件具有 HA 功能，以确保系统的可靠性。TigerGraph 架构采用了分区和副本的概念，以解决客户工作负载的高度可用性。TigerGraph 的架构设计依赖于 active-active 来保持多个数据副本的同步。这确保客户不仅可以获得 HA，还可以利用额外的副本提高吞吐量。

在安全功能方面，TigerGraph 已经为需要额外保护数据安全、用户访问和合规审计功能的企业客户做好了准备。TigerGraph 对身份验证、授权和加密需求提供了深度支持，以满足行业需求。

简而言之，TigerGraph 系统的设计目标是在确保规模和性能不受底层架构限制的同时，以安全的方式保证数据库服务的持续可用性。

可扩展设计

TigerGraph 是一个分布式数据库，这意味着数据库可以随着应用程序需求的增长而无缝增长。TigerGraph 依赖于“横向扩展”架构（水平分区）而不是“纵向扩展”架构。“横向扩展”允许系统水平扩展，只需向现有集群添加资源。TigerGraph 会自动对数据重新分区，以在整个集群中统一资源使用。“横向扩展”是一个合理的原则，并且已经成为在大数据和 NoSQL 领域构建真正可扩展系统的事实上的标准。

图 2.
分区和副本

P ≠ Partitioning Factor



分区

在 TigerGraph 中，每个集群根据集群中服务器的数量进行分区。出于性能原因，系统会平均分配数据以保持数据局部性。随着数据规模的增加，只需向集群中添加服务器，就可以扩展集群以容纳更多的分区。运营人员在管理分区方面没有任何操作上的开销。对于客户来说，集群与一个由若干服务器组成的大系统没有什么不同。

图分区：水平 vs 垂直

一些不是基于MPP架构的系统在可扩展性方面有严重的限制。为了克服这一点，各系统基本上提供了两种解决方案，作为扩展其系统的方式：

1. 纵向扩展
2. 垂直分区

基本上，“纵向扩展”允许客户迁移到更大的系统。但是，这并不总是可行的，只能是权宜之计。

另一个选择是垂直分区，本质上是一个伪分布式集群概念。它需要在应用层面进行分区。这将把所有的数据管理开销推给应用程序开发人员。开发人员需要了解数据的位置，并且必须根据集群的布局来编写查询。每次集群布局或**schema**设计的改变，都会给开发者带来额外的负担，更不用说管理不同系统拼凑成的集群的运营人员的开销了。

高可用性设计

TigerGraph的设计遵循了在每层软件中建立冗余的经典范式。该设计的目标是确保系统中没有单点故障。

TigerGraph的架构设计依赖于active-active来保持多个数据副本的同步。这对用户来说是透明的。无论存储多少个副本，都会自动应用数据均匀分布的基本原则。此外，副本的分配策略是基础架构感知的，可以容忍硬件故障。客户可以根据其基础架构要求，灵活地将副本放置在特定的可用性区域或数据中心。

TigerGraph持续可用性设计提供了以下功能：

- 吞吐量：每个副本始终是最新的，并处理其被分配的请求。这提供了更高的查询并发性和吞吐量。
- 如果一台服务器由于计划内或计划外的原因下线，TigerGraph的HA自动故障转移设计会将未来的工作路由到其它副本节点，从而保持连续运行。
- 更高级别的副本提供了更高的吞吐量和弹性。

“对于一个中等规模的图（8270 万个顶点/业务对象，2.18 亿条边），TigerGraph 在 30 分钟内完成了四跳查询。但是，使用 Neo4j，我们无法在 10 小时后完成这些四跳查询。”

Hiep Doan, 软件工程师, Gojek

[Graph + AI Summit 2021](#)

性能

TigerGraph 主要是一个 in-memory 的图数据库，具有分层存储的原生意识。当数据超过内存限制时，系统可以溢出到基于磁盘的文件系统上，并在需要时智能地管理性能与使用磁盘的需要之间的权衡。

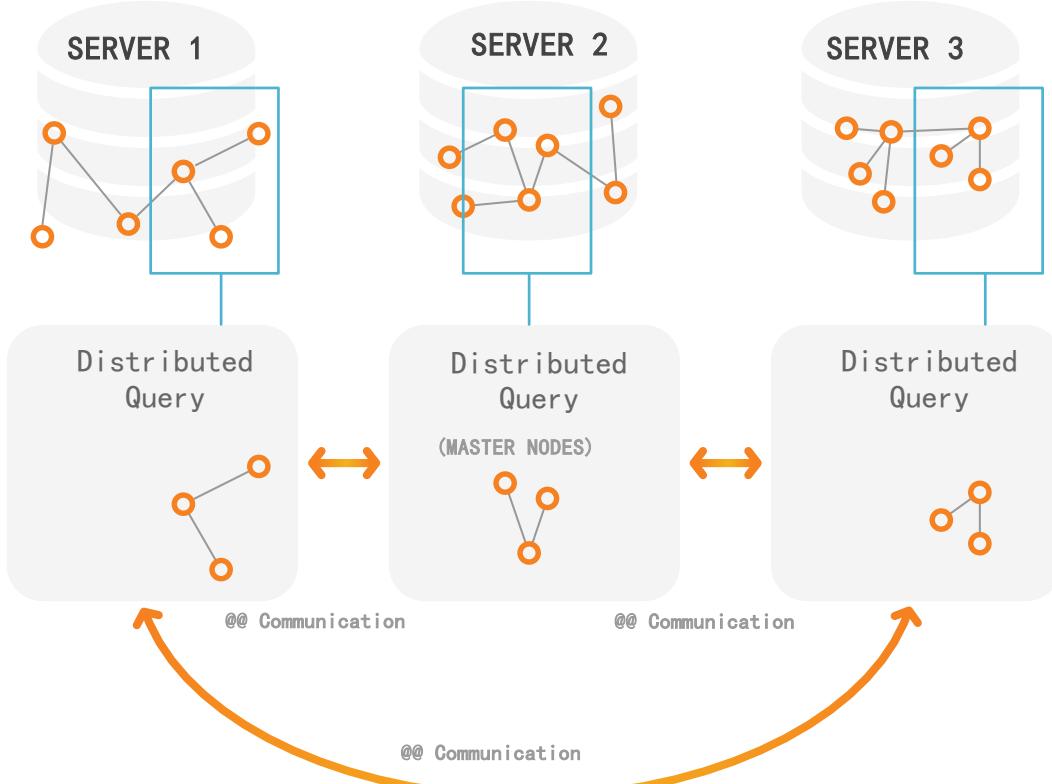
作为一个内存优先的系统，意味着数据会尽可能地被预加载到内存中，以便在查询响应时间方面获得最佳性能。使用内存进行数据存储和缓存，是为了避免低延迟工作负载的 I/O 开销。

TigerGraph 架构与数据持久层（data persistence layer）的选择无关。用户可以使用适合客户环境需求的本地附加存储（local attached storage）或网络附加存储（NAS, network attached storage）。但是，TigerGraph 中的每个服务器都需要有专门的存储访问权限。这是为了确保对数据库的更新被持久化在本地，以便在读取操作中快速检索到内存。

TigerGraph 架构在读和写操作方面都有特定的优势。有三个关键方面需要强调：

- 1. 原生存储引擎：** TigerGraph 原生图存储引擎使用免索引邻接（index-free adjacency）的概念，将关联的数据放在一起。这意味着在运行多跳查询时可以减少网络跳数。各个分区之间以及每个分区内部的数据分布遵循基本规则，以尽量减少数据移动。
- 2. 数据压缩：** TigerGraph 使用高压缩技术，以紧凑的方式存储数据，**大大降低了 TCO**。这有助于在运行分布式查询时减少在网络中移动的消息的大小。此外，与原始的未压缩数据规模相比，这允许内存和磁盘空间中的数据规模最小化。
- 3. 分布式查询处理：** 在查询大型数据集时，TigerGraph 的 MPP 架构允许对查询片段进行并行处理。TigerGraph 支持称为“累加器”的运算符，这些运算符充分利用集群中的并行性来构建聚合。

图 3：
TigerGraph 的累加器在一个大规模的并行架构中处理数据



使用多图（MultiGraph）应对安全和管理

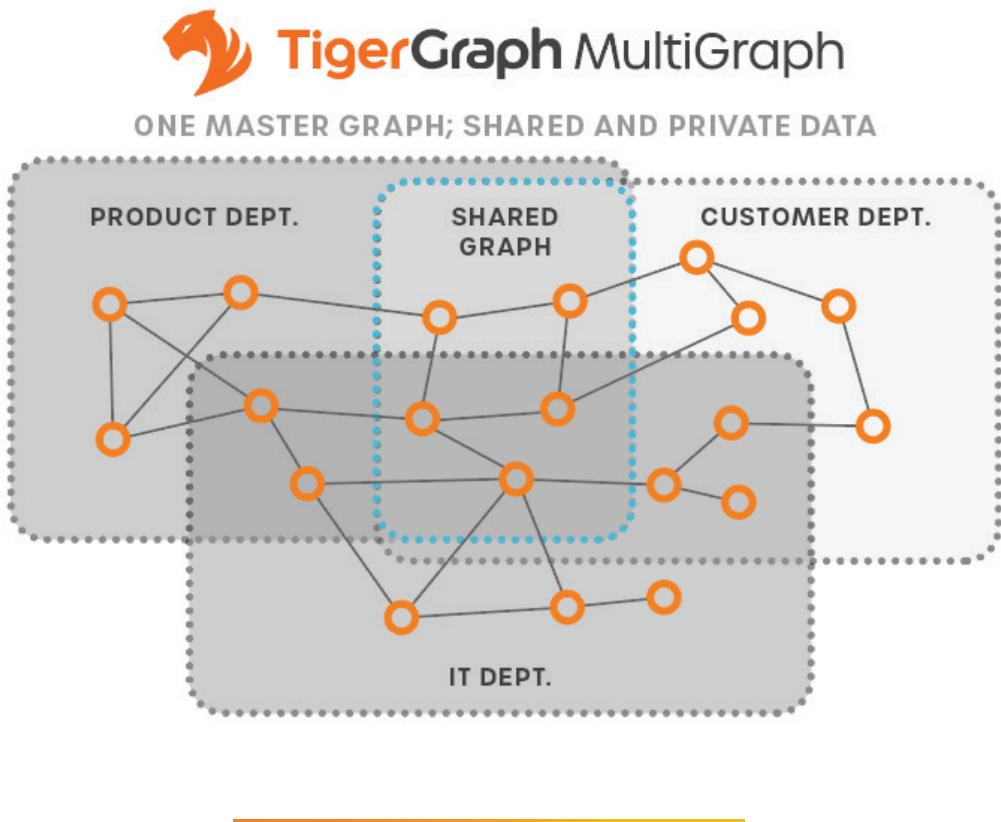
TigerGraph 提供完整的基于角色的访问，可以针对全面的粒度（数据访问、功能等）进行定制。

用户一开始就被分配到各种预定义的角色（用户可以根据业务需要创建自己的角色），这些角色对应于数据访问权限的逻辑集合；用户角色也被指定与给定的图。

可以通过GraphStudio用户界面创建用户并分配权限。在Rest API层面，Tigergraph符合OAuth 2.0标准：授权令牌，由主要的Auth端点生成，携带特定图的用户权限，然后用于通过其他REST端点执行进一步的数据库操作（范围为特定用户的权限）。

一个TigerGraph实例可以使用独特的MultiGraph功能管理多个图，每个图都有自己的一组用户权限。这允许多租户场景、同一组数据上的细粒度特权、重叠图和分层子图。

图 4：
一个图（MULTIGRAPH）设置的概念性表示：



“我们有一个大型的分布式图，其中包含超过50亿个顶点和70亿条边。每一天，我们都会进行多达10亿次更新。每次运行身份解析算法时，我们都会创建3亿+个顶点和10亿+条边。我们需要能够水平扩展，而TigerGraph可以做到这一点。”

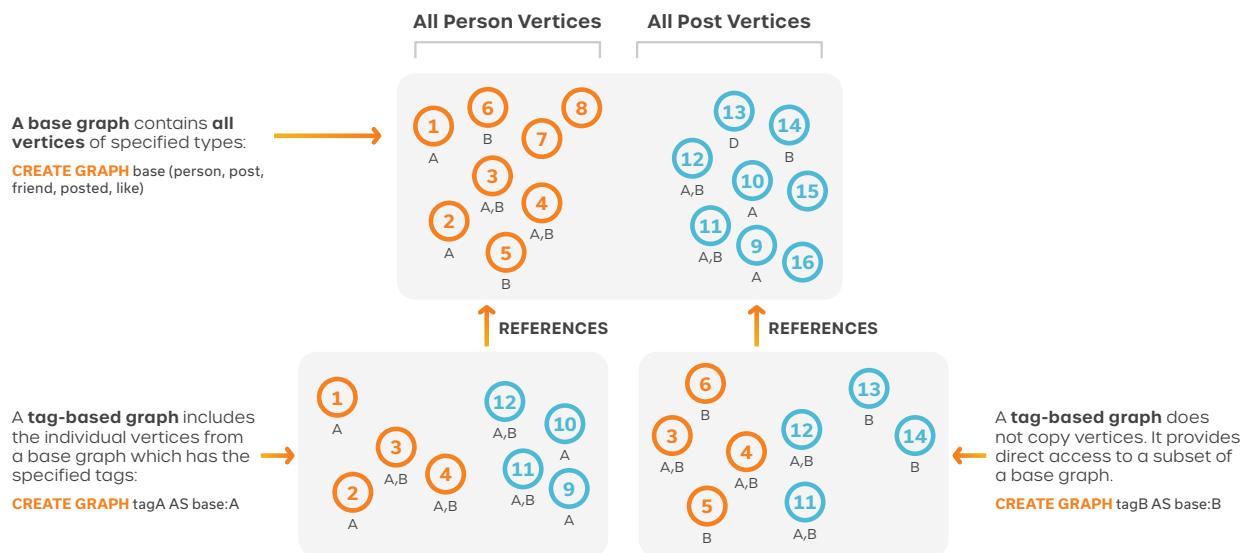
Chinmay Nerurkar, 数据科学工程副总监

Xandr (隶属于 AT&T)

[Graph + AI 全球峰会 2020](#)

一个新添加的功能，顶点级访问控制(VLAC)，允许在单个顶点级上对数据进行静默标记，从而为基于标记的图的数据访问和特权提供了一个完整的附加维度。

图 5:
Tigergraph 架构中的顶点级访问控制 (VLAC)

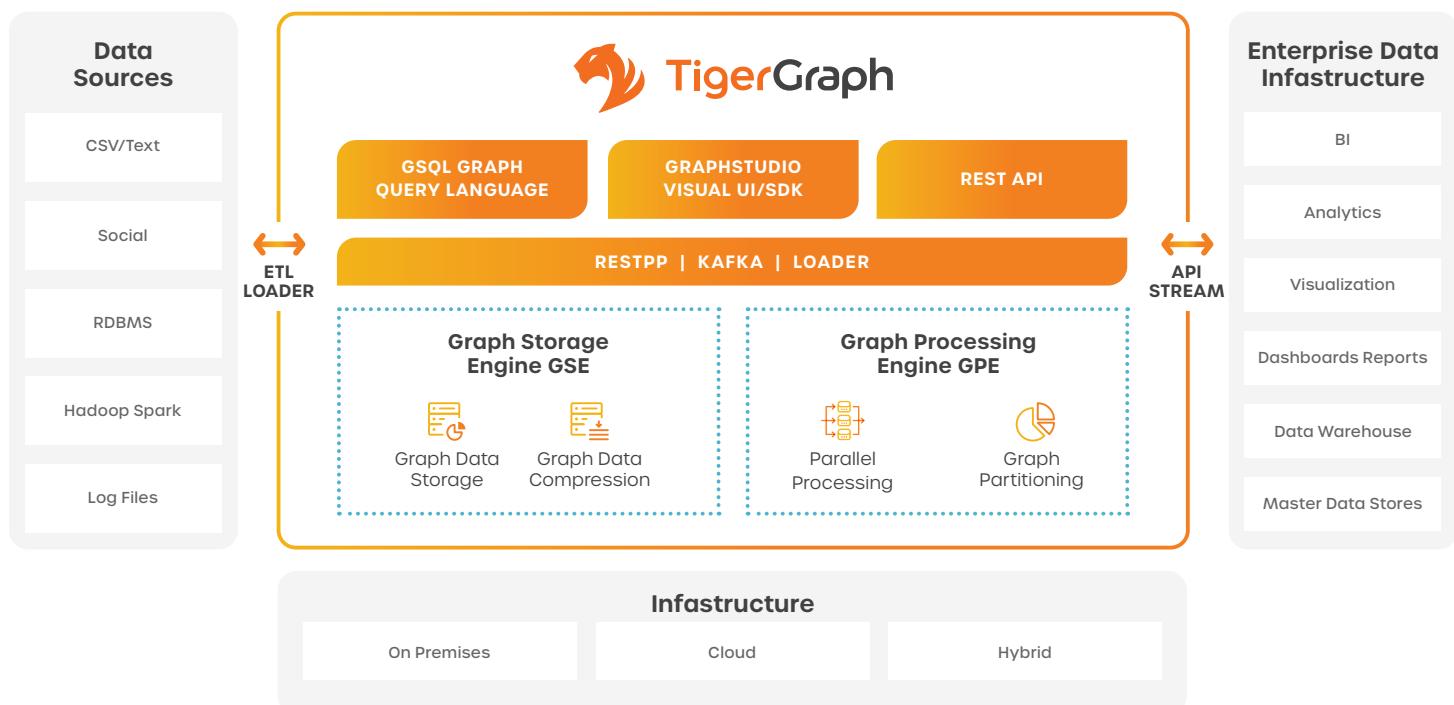


系统概述

TigerGraph 平台运行在标准的、商用级 Linux 服务器上。核心组件 (GSE 和 GPE) 是用 C++ 实现的，以获得最佳性能。TigerGraph 系统旨在以最小的代价融入您的现有环境。

- **数据源：**该平台包括一个灵活的高性能数据加载器，可以在系统在线时输入表格式或半结构化数据。
- **架构：**该平台可用于本地、云或混合使用。
- **集成：**通过 REST API，可以将您的 TigerGraph 与您现有的企业数据基础架构和工作流集成。

图 6:
TigerGraph 架构的示意图



在TigerGraph系统中，采用了消息传递设计来协调各组件的活动。RESTPP，一个增强的RESTful服务器，是任务管理的核心。用户可以选择他们希望与系统互动的方式。

- **GSQL 客户端**: 一个 TigerGraph 实例可以支持多个 GSQL 客户端在远程节点上进行数据库查询/管理。
- **GraphStudio**: 我们的图形用户界面，它提供了大部分基本的 GSQL 功能，具有图形化和直观的界面。
- **REST API**: 需要多次运行相同查询的企业应用程序可以通过直接与 RESTPP 通信来最大限度地提高效率。
- **gAdmin**: 用于系统管理。

能力

TigerGraph的综合图平台设计具有直观的功能，使数据科学家和开发人员能够：

图 7:
TigerGraph的关键功能



深度链接多跳分析

可遍历10个或更多跳数的查询，并执行复杂的分析，以获得更深入的洞察力。



实时性能

快速得到答案！亚秒级响应查询访问和计算数以百万计的实体/关系。



企业级安全

TigerGraph知道您需要的不仅仅是性能，还有安全和保障。我们不仅仅是速度和可扩展性。



大规模并行处理 (MPP)

我们的基础设计确保我们在每一个层面上充分利用并行性，从存储引擎到GSQL高级查询语言，给你带来行业领先的并发性和速度。



超快的加载和更新

企业的业务在不断发展，因此您的数据库需要跟上它的步伐。100GB/小时/节点的批量加载和实时在线更新确保您掌握一切。



海量数据集的可扩展性

明智地投资于一个能够随着你不断增长的需求而扩展的数据库（当然，要保持快速）。万亿级的图正在生产中运行实时分析。



GraphStudio

TigerGraph GraphStudio™是我们简单而强大的图形用户界面。GraphStudio将图数据分析的所有阶段整合到一个易于使用的图形用户界面。



GSQL

GSQL™查询语言是高性能图操作和分析的选择。高级语法、图灵完备和内置并行性意味着更快的性能、开发和描述任何算法的能力。



多图 (MultiGraph)

多个组可以共享同一个主数据库，同时保留本地控制和安全。这有助于企业打破数据孤岛，提高透明度和对数据的访问。

特定能力

分区的关键概念	TigerGraph自动对数据进行分区。
主索引	顶点PRIMARY_ID/PRIMARY_KEY语句以时间复杂度为O(1)的哈希索引唯一地标识系统中的每个顶点。支持的数据类型有：STRING, UINT, INT, DATETIME, 和 STRING COMPRESS
二级索引	我们支持二级索引来执行对属性的查询。
数据库内机器学习 (ML)	我们提供数据库内机器学习功能，通过使用我们的GSQL编程语言和我们的图算法库在TigerGraph内直接运行/训练你的模型。
Schema设计	我们采取了一种模式化的方法，要求顶点/边类型定义具有强类型检查，同时提高数据压缩率。在查询和数据摄取正常运行的情况下，无需停机即可在线通过秒级到亚秒级的schema-change作业，轻松地修改（进化）schema。
GUI能力	我们在TigerGraph的基础上提供Graph Studio，这是一个浏览器可访问的GUI。我们与其他供应商合作，为各种行业用例提供了一个用户友好的ReactJS工具包。
图算法	TigerGraph能够通过图算法连接相关事物，自动地进行社区检测、相似性和Louvain。我们的MPP架构使图算法可以实时和/或批量执行，并可以运行和查看整个图（全局化）或可以专注于特定的顶点和/或边（本地化）。

“TigerGraph拥有这种高度可扩展的系统，在事务发生时不会阻断读取，是超大容量的事务处理的理想选择。当人们说，你们是否支持ACID时，通常是支持的，但他们只在单台服务器上支持。在分布式集群中进行ACID事务要困难得多，而TigerGraph在这方面做得很好。”

Dan McCreary, 杰出工程师, Optum (隶属于联合健康集团)

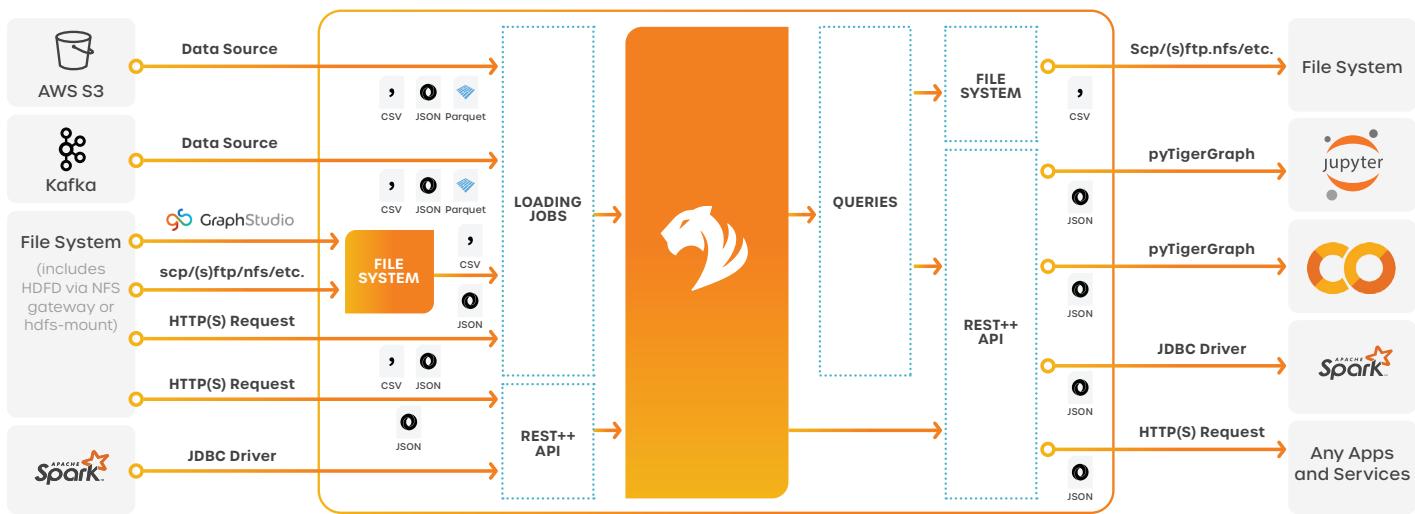
[查看联合健康集团案例](#)

数据工程和 API 支持

对于与外部系统的连接，TigerGraph解决方案提供JDBC/ODBC连接器、Snowflake和PowerBI连接器、用于数据输入和输出的restful API，以及Kafka/S3/CSV/JSON输入。

我们有许多方法来摄取数据，涵盖了批处理和流式使用情况。我们可以通过JDBC直接从关系型、Hadoop生态系统和非关系型键值/文档型系统中摄取数据，或者使用CSV/JSON格式的原始数据。

图 8：
TigerGraph 开箱即用的能力



支持和培训

在TigerGraph，我们意识到，开始一个转型的技术旅程绝非易事，我们始终愿意帮助您完成采用的所有阶段。除了TigerGraph上的专门文档，我们还有一支优秀的客户成功团队，在图策略、集成、查询编写和定制培训方面提供协助，以最大限度地提高您的投资和时间价值。

我们强大的合作伙伴生态系统将随时为您提供帮助，以进一步协助探索案例、定制可视化，或其它在你的集成或设计工作中证明有价值的业务场景。

我们还有一个快速增长的[社区](#)，供开发者和图爱好者在我们的开发者社区论坛上探索和提问。

关于TigerGraph

TigerGraph是唯一的企业级可扩展图数据库，基于互联数据进行高级分析和机器学习。基于业界首个也是唯一的分布式原生图数据库，TigerGraph的成熟技术连接了数据孤岛，可进行更大规模、更深入的运营分析。全球十大银行中有七家正在使用TigerGraph进行实时欺诈检测。在美国有超过5000万患者接受了护理路径建议，以帮助他们进行康复之旅。3亿消费者通过TigerGraph支持的推荐引擎获得个性化推荐。TigerGraph对10亿人口的能源基础设施进行了优化，以减少电力中断。TigerGraph的成熟技术支持欺诈检测、反洗钱（AML）、统一ID（实体解析）、客户360、个性化推荐、知识图谱、网络安全、供应链、主数据管理(MDM)、物联网(IoT)、AI和机器学习等。

TigerGraph 中国总部位于上海，隶属于维加星信息科技（上海）有限公司。

免费下载企业级图数据库，请访问www.tigergraph.com.cn/product/enterprise-free/

更多信息，请访问中国官网www.tigergraph.com.cn

© TigerGraph, Inc. 2023 All Rights Reserved.

WP-TIGERGRAPH ARCHITECTURAL OVERVIEW AI-09102021

部分客户



“图算法呈指数级扩展。图需要可扩展的软件，这比您考虑过的任何其他情况或挑战都更重要。”

执行董事

摩根大通

“使用TigerGraph，我们可以将数据源连接在一起，并在数据中建立以前无法建立的连接。我们现在可以回答过去20年来我们认为不可能提出的问题。”

数据与分析总监

捷豹路虎

观看Graph+AI 全球峰会，利用图算法加速分析、AI和机器学习<https://www.tigergraph.com.cn/graphaisummit/>

organized by **TigerGraph**



客户价值：

- 全球十大银行有七家正在利用图技术实时检测欺诈
- 针对5000万患者的护理路径建议
- 为3亿消费者提供个性化服务
- 为10亿人口优化能源基础设施

认识 TigerGraph:

- 唯一的企业级可扩展图数据库，比竞争对手快40-300倍
- AI和ML解决方案的基础平台
- 支持高并发的OLTP和OLAP负载
- 类SQL的图查询语言（GSQL）加速解决方案落地
- 支持本地部署和云部署：Google GCP, Microsoft Azure, Amazon AWS

- TigerGraph的成熟技术支持欺诈检测、反洗钱、客户360、统一ID、供应链、知识图谱、个性化推荐、人工智能和机器学习等应用。

中国官网：tigergraph.com.cn

关注我们：微信，知乎，哔哩哔哩

电话/Email：400-997-9909; sales_cn@tigergraph.com

TigerGraph 云应用市场

除了本地部署外，也可在各大云市场中使用TigerGraph图数据库即服务



20+入门套件及DEMO

TigerGraph Cloud 为你提供20多个入门套件及DEMO，几分钟内即可免费开始。这些入门套件包含样本图数据schema，数据集和针对特定用例（例如欺诈检测，推荐引擎，供应链分析）或特定行业（例如医疗保健，制药或金融服务）的查询。

入门套件	概览
COVID-19 分析	检测感染中心并跟踪潜在传播者的移动
客户360 - 归因和参与度图	创建客户旅程的实时360度视图，以了解归因和参与情况
网络安全威胁检测	通过检测相互关联的事件，设备和人员来阻止网络安全威胁
企业知识图谱（企业数据）	分析包括投资者和主要利益相关者在内的公司数据
企业知识图谱(Crunchbase)	带有初创公司、创始人和企业的Crunchbase数据特征的知识图谱示例
实体解析/统一ID (MDM)	通过属性和关系分析来识别，链接和合并诸如客户之类的实体
欺诈和洗钱检测	多种类型的欺诈和洗钱模式
GSQL 101	介绍TigerGraph强大的图查询语言
医疗保健图（药物相互作用）	针对药品的公共（FAERS）和私有数据的医疗保健示例
医疗保健 - 推荐网络，Hub (PageRank) 和社区检测	分析会员（患者）处方建立推荐网络，确定最有影响力的处方者（医生）并发现相关的处方者社区的情况
机器学习与实时欺诈检测	用于实时检测欺诈并生成基于图的特征以训练机器学习解决方案的移动行业示例
网络和IT资源优化	网络和IT资源图，用于建模和分析硬件中断对工作负载的影响
推荐引擎（电影推荐）	使用公共数据构建的基于图的电影推荐引擎
社交网络分析	用于理解和分析关系的社交网络示例
供应链分析	涵盖库存计划和影响力分析的示例

关注微信公众号：



TigerGraph服务号



TigerGraph订阅号