

数据来源：数据库产品上市商用时间



第十三届中国数据库技术大会

DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA 2022

数据智能 价值创新



线上直播 | 2022/12/14-16



蚂蚁大规模图计算系统 TuGraph

洪春涛 蚂蚁集团 图数据库负责人

图是对事物的一种自然抽象

公司ID	名字	地址	法人
1	XX	XX	Y
2			
...			

公司信息表

雇佣关系ID	公司ID	员工ID
1	XX	YY
2		
...		

雇佣关系表

项目ID	名称	进度
X	XX	YY
Y		
...		

项目信息表

员工ID	名字	职位	电话
A	XX	XX	X
B	XX	XX	X
...			

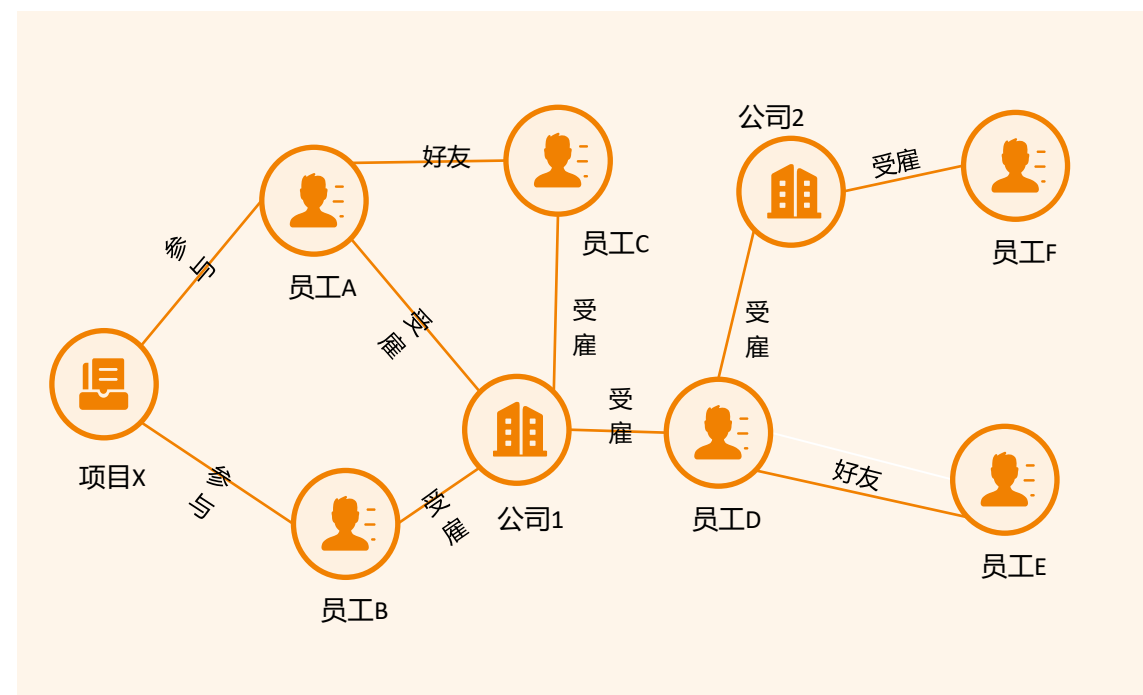
员工信息表

好友关系ID	员工ID	员工ID
1	XX	XX
2	XX	XX
...		

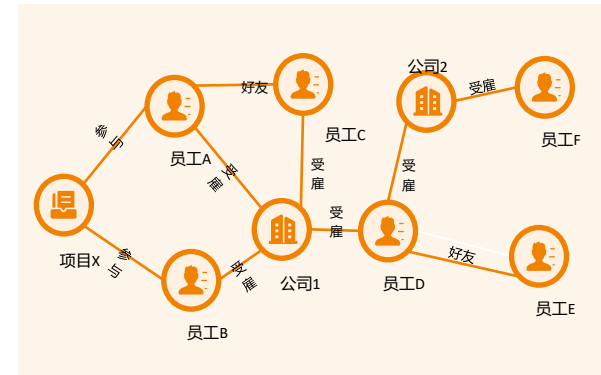
好友关系表

参项关系ID	员工ID	项目ID
1	XX	XX
2	XX	XX
...		

参项关系表



图更擅长处理复杂关系



业务查询需求	关系数据库表达	图数据库表达
员工A的工龄	在【员工表】中，查找：名为A的员工的工龄	在图中找：名为A的员工顶点的工龄
所有雇员数大于5的公司	在【雇佣关系表】中，查找：所有记录数大于5的公司	在图中找：“受雇”边大于5的公司顶点
员工A和C的所有直接关系	在【员工表】中找A和C的ID，然后在【好友表】【项目表】【公司表】中找他们是否有关系	在图中找：A到B的长度为1的路径
员工A和E之间的所有关系	(无法用简单逻辑表达)	在图中找：A到E之间所有路径

图更易理解，但更难被计算机执行

公司ID	名字	地址	法人
1	XX	XX	XX
2	XX	XX	XX
...

公司信息表

雇佣关系ID	公司ID	员工ID
1	XX	XX
2	XX	XX
...

雇佣关系表

项目ID	名称	进度
1	XX	XX
2	XX	XX
...

项目信息表

员工ID	名字	职位	电话
A	XX	XX	XX
B	XX	XX	XX
...

员工信息表

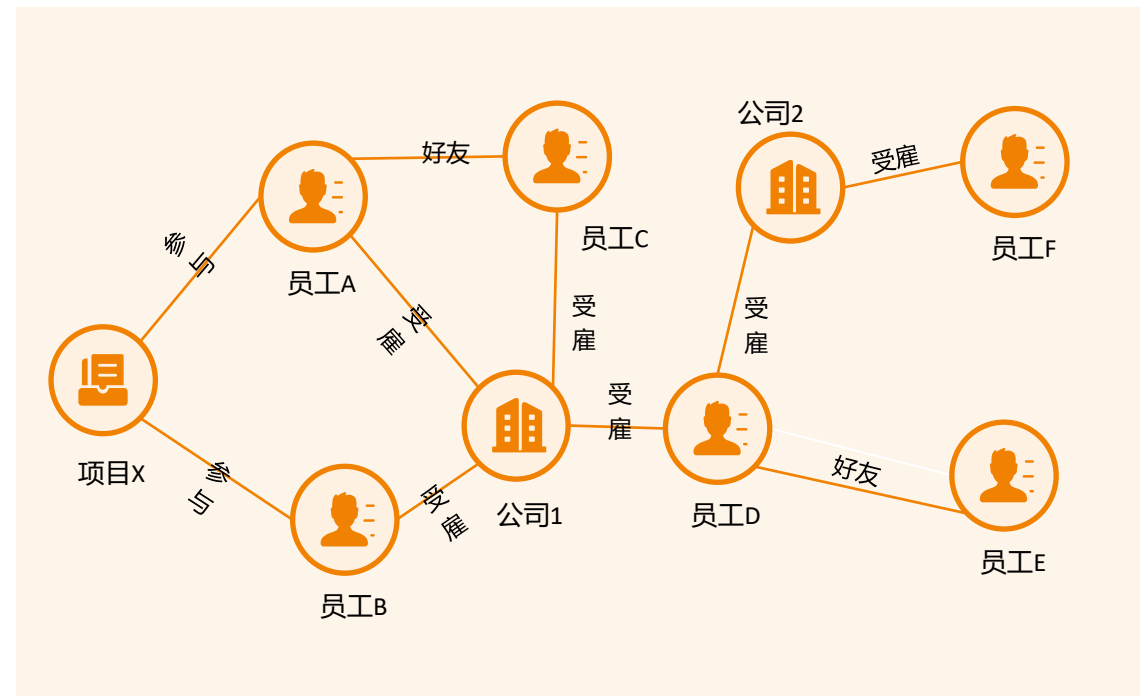
好友关系ID	员工ID	员工ID
1	XX	XX
2	XX	XX
...

好友关系表

参项关系ID	员工ID	项目ID
1	XX	XX
2	XX	XX
...

参项关系表

贴近计算机表示
容易被计算机执行



贴近人类思维
更难被计算机执行

图抽象：一种更高级的抽象模式

低级编程语言

表抽象

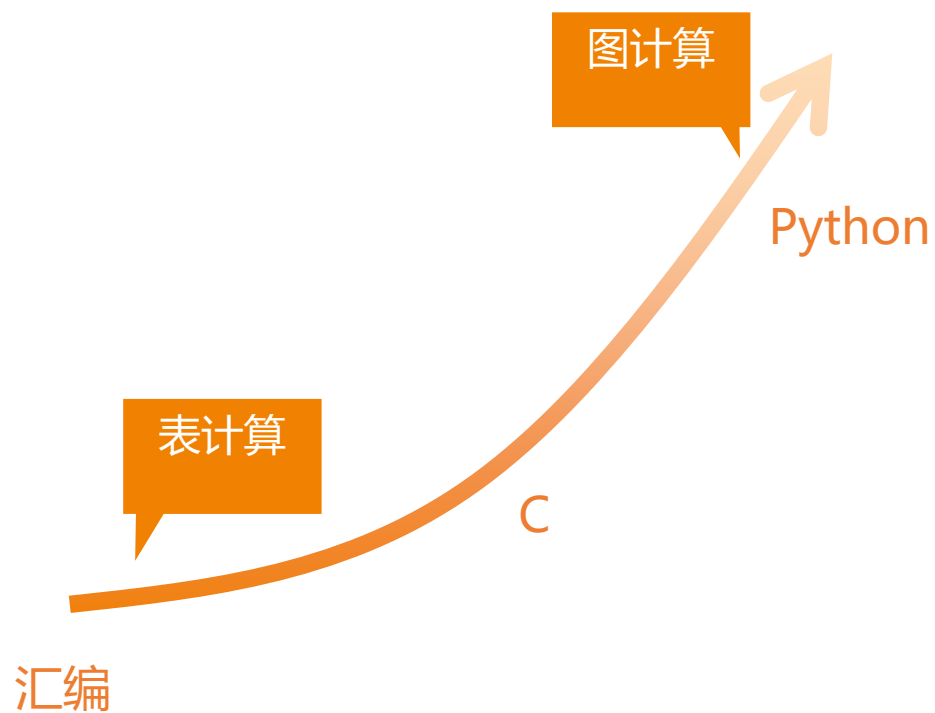
贴近计算机表示
容易被计算机执行

高级编程语言

图抽象

贴近人类思维
需要更多系统优化

图计算：未来的数据处理方式



数据抽象的层次必然越来越高

计算机硬件性能指数提升
软件持续优化

蚂蚁集团需要处理大量关联图数据

数十万亿

数字支付总量

数千亿

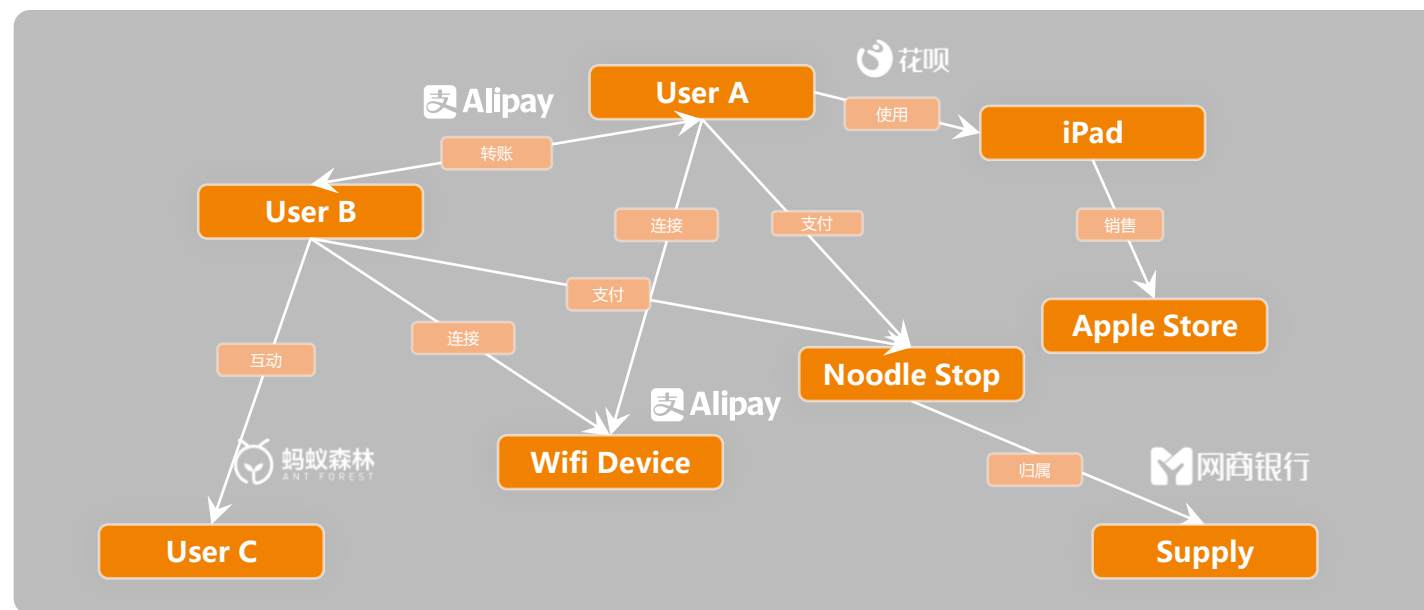
用户信贷额

数百亿

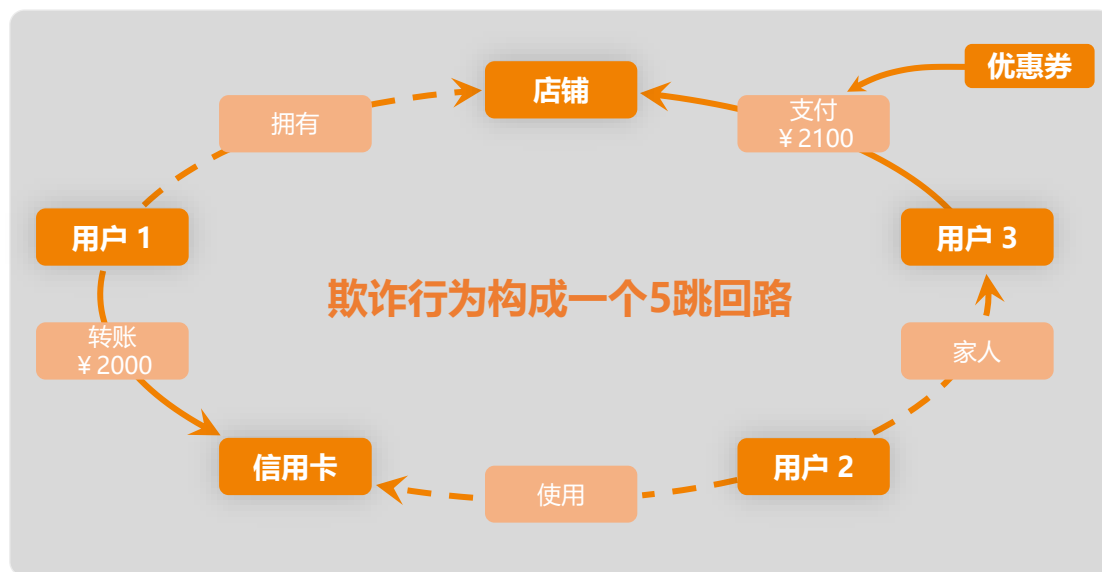
中小企业信贷额

数亿

支付宝月活用户数



蚂蚁集团对图计算系统有很大需求



万亿级

点边规模

百万每秒

吞吐率

>

数据量

100TB

< 20ms

低延时

图计算系统需要解决大量难题



通信量大

跨节点的边造成大量通信



查询数据量大

一次查询可能涉及百万到千万点边



需求多样

从实时到近线到离线

发表顶会论文、软著、发明专利超百项

数据库领域国际顶级会议



Very
Large
Data
Bases

Vldb

操作系统领域国际顶级会议



OSDI / SOSP



EuroSys



USENIX
ATC

并行与分布式计算领域国际顶级会议



IPDPS

计算机领域最高学术奖项



Gordon Bell
Finalist

SIGMOD 2021

RisGraph: A Real-Time Streaming System for...

Vldb 2020

LiveGraph: A Transactional Graph Storage System...

Vldb 2020

ShenTu: Processing Multi-Trillion...

SC 2018 Gordon Bell Finalist

Scalable Graph Traversal on Sunway TaihuLight...

OSDI 2016

Gemini: A Computation-Centric Distributed Graph...

USENIX ATC 2015

GridGraph: Large Scale Graph Processing...

EuroSys 2014

Chronos: A Graph Engine for Temporal Graph...

...



共建行业标准与生态



国际标准

《ISO/IEC 39075 : Graph Query Language》

ISO/IEC JTC1 SC32, 蚂蚁做为国内核心参与者 (国内唯一) 多项提案被接纳



国家标准

《信息技术 图数据库系统技术要求》

全国信息技术标准化技术委员会, 蚂蚁牵头



行业标准

《图数据库白皮书》

中国信息通信研究院 & 大数据技术标准推进委员会, 蚂蚁核心提案

《大数据 图数据库技术要求与测试方法》

中国通信标准化协会, 蚂蚁核心提案

《金融IT基础设施 存储应用实施指南》

全国金融标准化技术委员会, 蚂蚁牵头, 已立项, 已完成标准草案



国际组织

《LDBC FinBench金融图数据库测试标准》

LDBC (Linked Data Benchmark Council) 组织, 蚂蚁牵头10+家国内外厂商参与

《LDBC Extended GQL Schema工作组》

LDBC 组织, 10+家国内外厂商参与, 蚂蚁核心提案

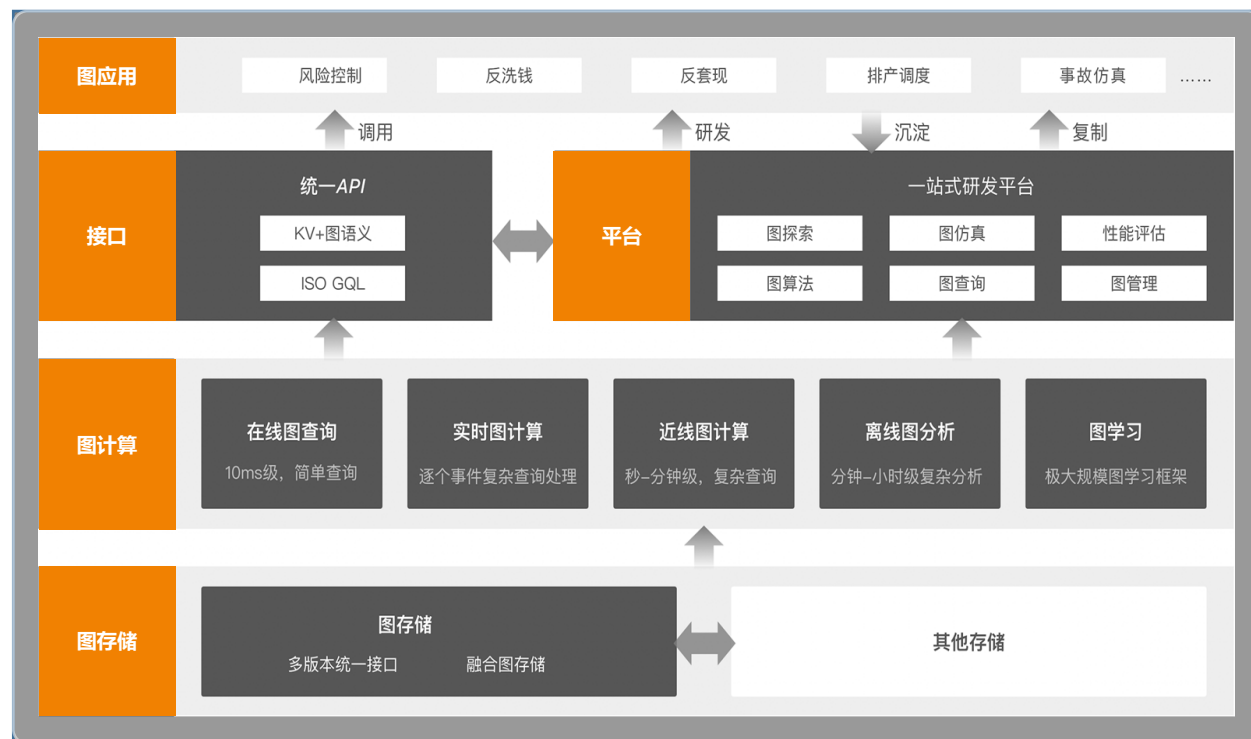


牵头编写单位: 中国信息通信研究院
参与编写单位 (排名按字母序): 阿里云技术有限公司, 北京百度网讯科技有限公司, 北京大学计算机科学技术研究所, 北京爱马科技有限公司, 成都四方伟业科技股份有限公司, 华为技术有限公司, 杭州微盾网络科技有限公司, 京东数字科技控股有限公司, 腾讯云计算(北京)有限责任公司, 星环信息科技(上海)有限公司, 亚信科技(中国)有限公司, 浙江创邻科技有限公司, 浙江蚂蚁小微金融服务集团股份有限公司

编写组成员:
中国信息通信研究院: 李俊逸、魏凯、姜春宇、马鹏玮、闫树、王卓
北京爱马科技有限公司: 林恒、朱晓伟、洪春涛
京东数字科技控股有限公司: 张国庆、铁勇、周亮、赵彤彤、卢周
浙江蚂蚁小微金融服务集团股份有限公司: 方铮、付志嵩、李克鹏、朴昕阳



蚂蚁集团的全栈解决方案 – TuGraph



世界规模领先的图计算集群

100+ 业务线

300+ 场景

在线、近线、离线
三线计算能力

图仿真
一年数据3天完成

2021年世界互联网大会领先科技成果奖

TuGraph技术优势



LDBC SNB图数据库基准测试
世界纪录保持者



基于完美哈希的底层存储理论最优



深度参与并引领多项标准制定
产品标准化程度高

图计算已经成为蚂蚁科技底座之一

全图风控、反洗钱、反欺诈、反作弊、
反套现、黑团伙挖掘...

安全

花呗图谱、借呗图谱、
信贷图谱 ...

微贷

保险知识图谱、
保险营销图谱...

保险

支付宝会员关系图谱
蚂蚁森林、新春五福 ...

支付

网商企业图谱、
小微企业贷图谱...

网商

财富

余额宝基金图谱、
财富推荐图谱 ...

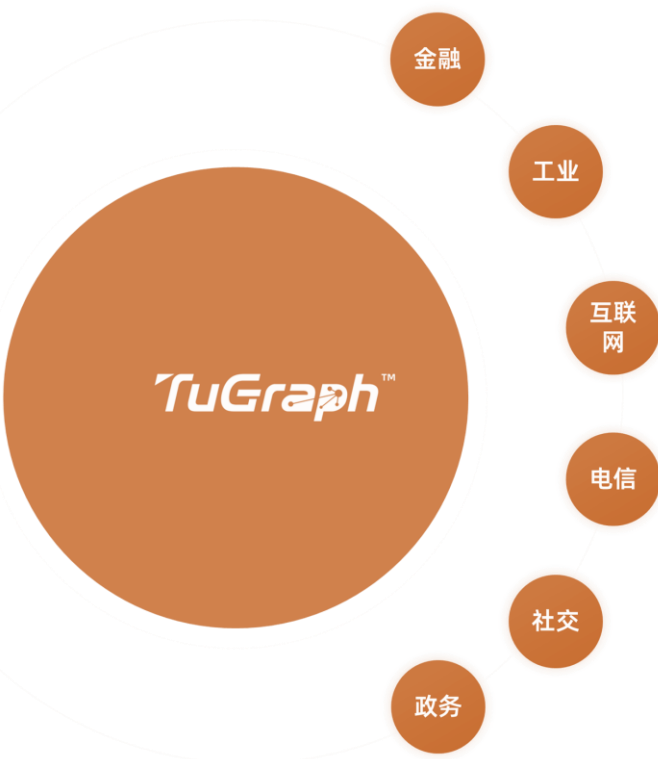
规模: 万亿边

吞吐率: 百万TPS

延迟: P999 < 20ms

部署规模: ~40万 CPU核

从服务蚂蚁内部到服务各行各业



金融

信贷风控
反洗钱
反欺诈
资金追踪
营销推荐



工业

电网分析
供应链管理
设备管理
故障诊断



互联网

ID 融合
营销推荐
反作弊
会员服务



电信

防骚扰
电信诈骗防范
经营分析
设备维护



社会治理

合谋团伙发现
涉众案件调查
违法网站甄别
法院卷宗管理



智慧城市

智能交通
智能给排水
管线管理
人群疏散

图计算要普及，仍然有大量问题需要解决



易用性 01

事务隔离等级低
易用性工具较少
可靠性尚待验证



性能 02

优化工作有限
大量分布式事务
大量随机访问



成本 03

内存消耗过多
运行优化少，CPU占用多
性能不稳定，需要系统冗余



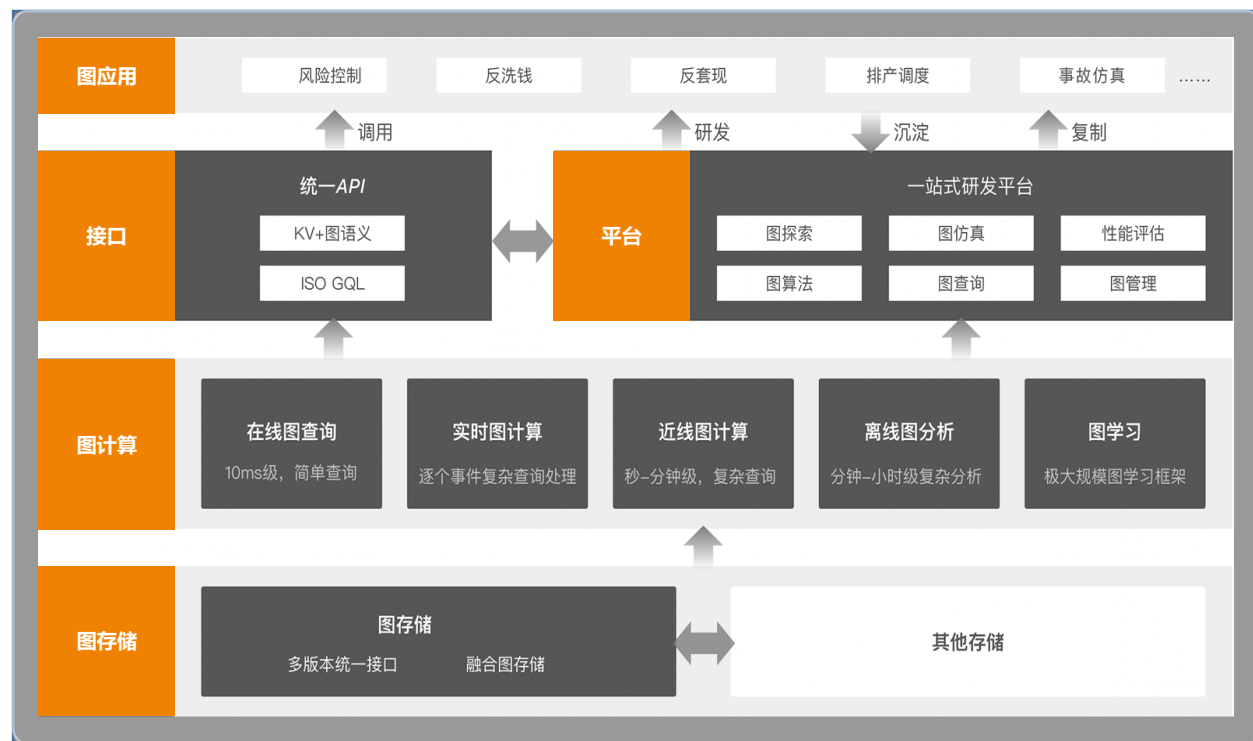
生态 04

事务隔离等级低
易用性工具较少
可靠性尚待验证

开放生态助力图计算发展



“成熟一个，开放一个”



已开源

- TuGraph-DB 单机版图数据库
- TuGraph-Compute 离线图分析

已商业化

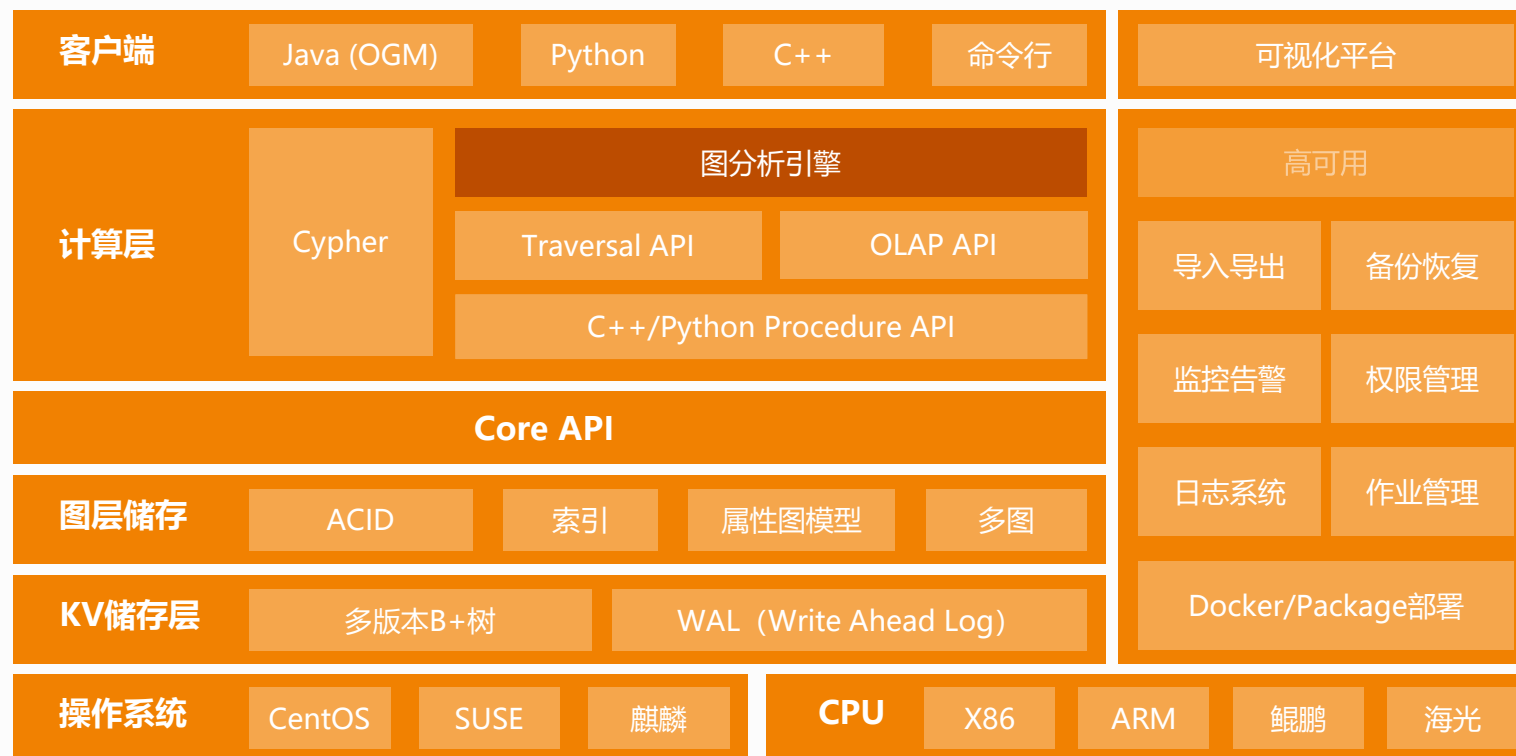
- TuGraph-DB Pro 分布式图数据库
- TuGraph-DataFlow 流式图计算

明年计划

- TuGraph-Learn 图学习商业化
- TuGraph-DataFlow 开源

TuGraph-DB: 成熟高效的单机版图数据库

<https://github.com/tugraph-db>



- 经历多家内外部客户业务实战
- 单机高性能，支持TB级别数据
- 丰富的系统特性：高可用，多图，权限，日志，全文索引...

满足绝大多数场景需要

TuGraph-DB开源版特色

支持大数据量

TB级数据量
百亿级点边

低成本

单机可部署
运维使用成本低

高性能

大量优化保证性能最佳
LDBC-SNB世界第一
集成最快的图计算系统TuGraph-Compute

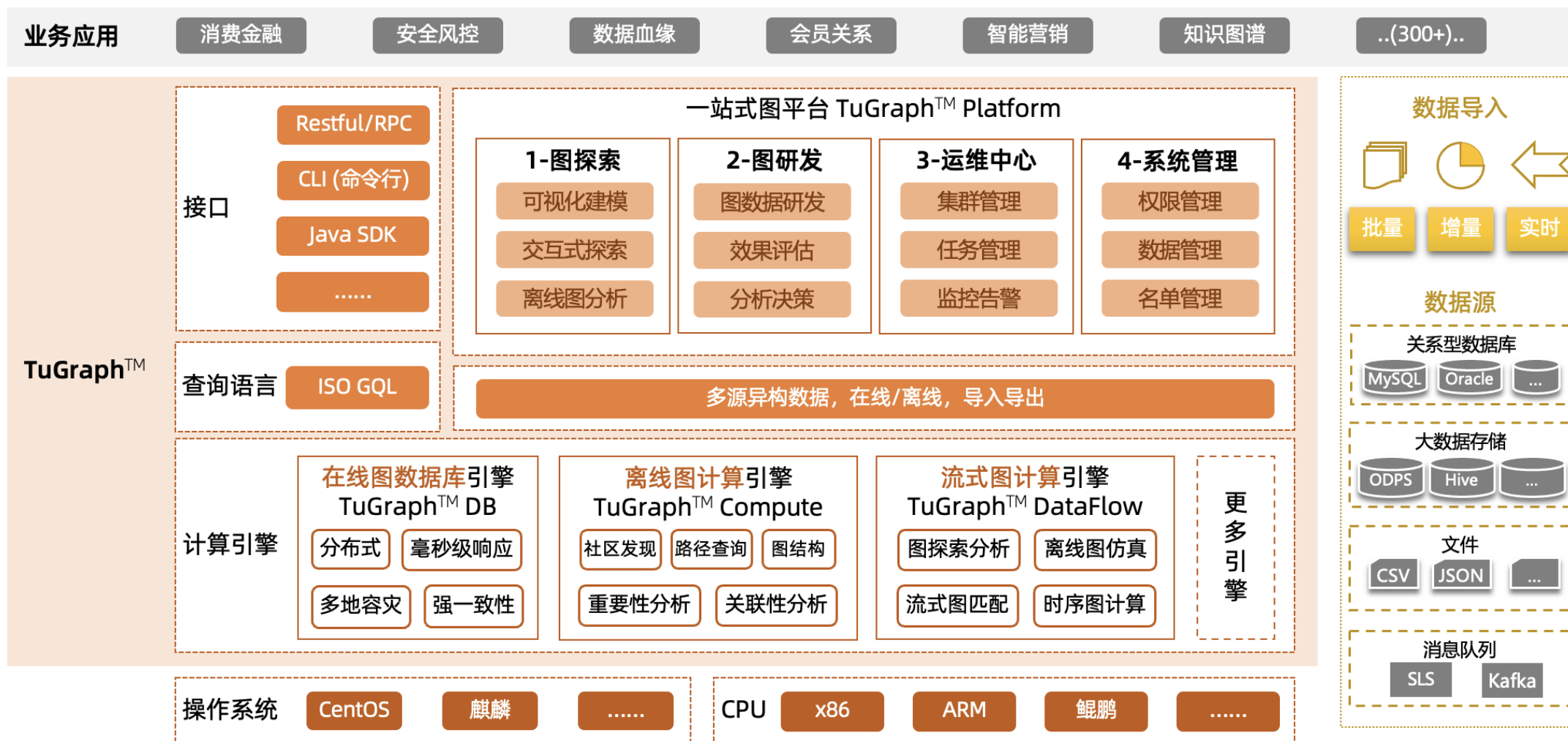
完整易用

丰富的工具和算法
通用的语言和接口

TuGraph-DB开源版目标



TuGraph商业版功能架构图



TuGraph商业化产品矩阵



分布式图数据库 TuGraph™ DB Pro

- 实时存储和查询能力
- 百万级每秒高吞吐
- 分布式超大规模可扩展
- 10毫秒级低延迟
- 3地5中心高可靠



离线图计算引擎 TuGraph™ Compute

- 图数据迭代计算能力
- 基于清华顶级学术成果
- 内置30余种图算法
- 适用于T+1复杂分析



流式图计算引擎 TuGraph™ Dataflow

- 对动态图数据进行流式处理
- 可异步进行复杂计算
- 高效图策略仿真
- 分钟级近线计算



一站式图平台 TuGraph™ Platform

- 可视化平台
- 覆盖完整图研发链路
- 实现图数据全生命周期管理
- 支持零代码研发



软件方式：一键部署，支持物理机、虚拟机、容器化部署



一体机：可信认证服务器，融合蚂蚁软硬件技术，开箱即用

TuGraph产品特色

极速提升企业业务性能

- HTAP图数据库，满足**实时环境**（实时审核或推荐）和**异步，离线分析**（如审计）的毫秒级复杂查询需求，一站式存储、查询、分析。
- 具备**万亿级**图数据处理能力，图数据库性能基准测试**世界纪录**保持者。

便捷易用的可视化操作

- 零代码、可视化交互的**一站式**图平台构建图探索、图研发、图服务、图运维的完整图研发链路，覆盖全生命周期。方便业务人员**沉淀图经验**、开发人员**调试图模型**、运维人员**维护图系统**。
- 支持国际标准查询语言，丰富的开发接口和套件。

高标准的可靠和安全设计

- 支持分布式扩展，千万顶点/秒的高吞吐率、低延迟响应，在蚂蚁集团内部已实现超过25万核的在线图数据库集群，规模超万亿边。
- 具备**金融级高可用性**、**可串行化**隔离级别，超越灾备标准**最高级**（6级），RPO = 0，IT团队可以实现业务系统不间断运行，保护数据不丢失。

蚂蚁自有业务成熟考验

- 支撑蚂蚁集团内部数百种业务场景应用，经受“双十一”等活动的**极致系统考验**，轻松应对海量业务数据和并发。
- 产品适合风控、营销、知识管理、数据治理等多种业务使用，直接贡献业务人员。



源于**蚂蚁300+业务场景**实践
不止于图数据库，而是一站式图数据管理平台



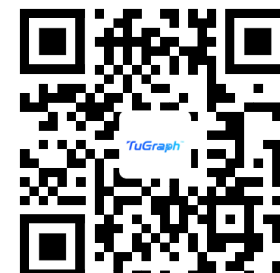
关注微信公众号
了解更多



钉钉交流群
(请用钉钉扫码)



GitHub
TuGraph-db



官网
www.tugraph.org

THANKS

SQL Server
vertica
D B 2
G B a s e
O r a c l e
达梦数据库
神舟通用
KingbaseES

2010

2014

2018

openGauss
OceanBase
ArkDB
RASESQL
HotDB
StellarDB
QianBase xTP
GoldenDB
云树Shard
MatrixDB
DynamoDB
SinoDB
DolphinDB
FastData
Galaxybase
KunDB
GDB
GaussDB
PolarDB
KunDB
Spacture
SequoiaDB
OushuDB
ArgoDB
开务数据库
GreatDB
MongoDB
TDSQL
TiDB
Tapdata
StarRocks
UbiSQL