Oracle 数据库高性能解决方案之 DB In-Memory

公益讲座11：00准时开始，请大家先浏览云技术微信公众号技术文章。资料会在各群同步发布，已入群客户请勿重复入群！

20-20

数据库和云讲座群

甲骨文云技术公众号

B站专家系列课程

Oracle 数据库高性能解决方案之 DB In-Memory

甲骨文技术公益课 - 数据库专场

2023 年 4 月 28 日 11:00

线上直播

基于 Oracle 数据库
免费企业数据健康检查

- 及时了解数据库健康状况，发现并解决潜在问题
- 维护数据库系统良好状态，保护数据资产的安全
- 提升数据库性能、稳定性和安全性，降低业务风险

免费咨询热线：

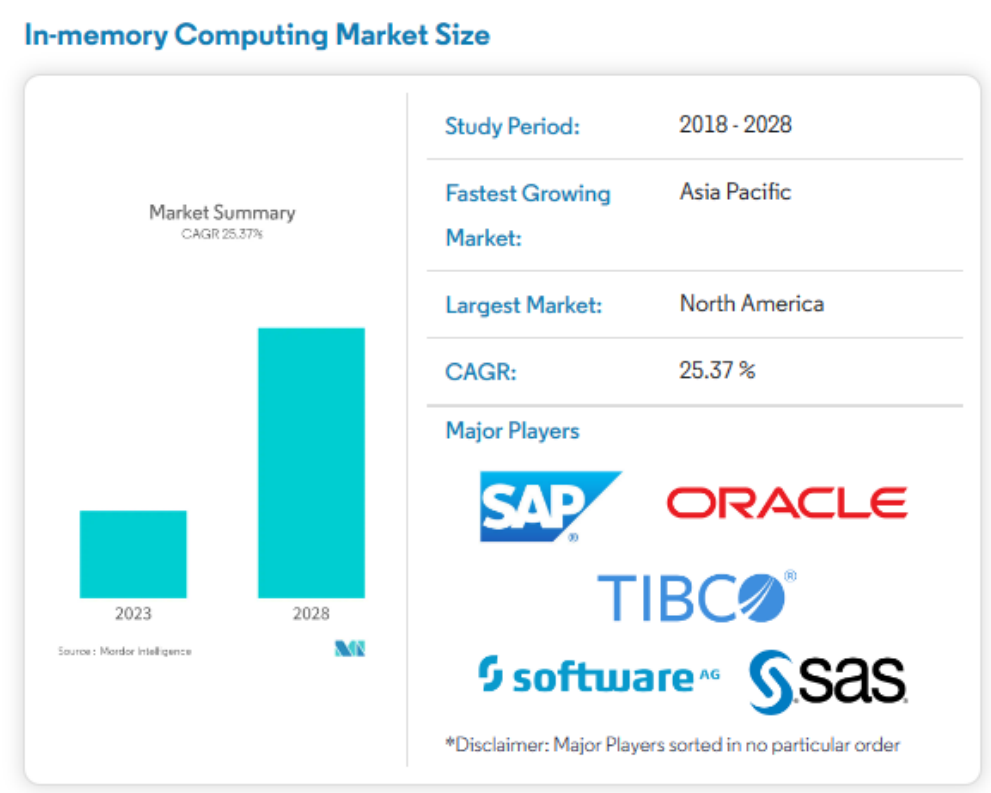
400-699-8888

* 活动最终解释权归甲骨文公司所有

内存计算技术的定义和市场趋势

https://en.wikipedia.org/wiki/In-memory_processing

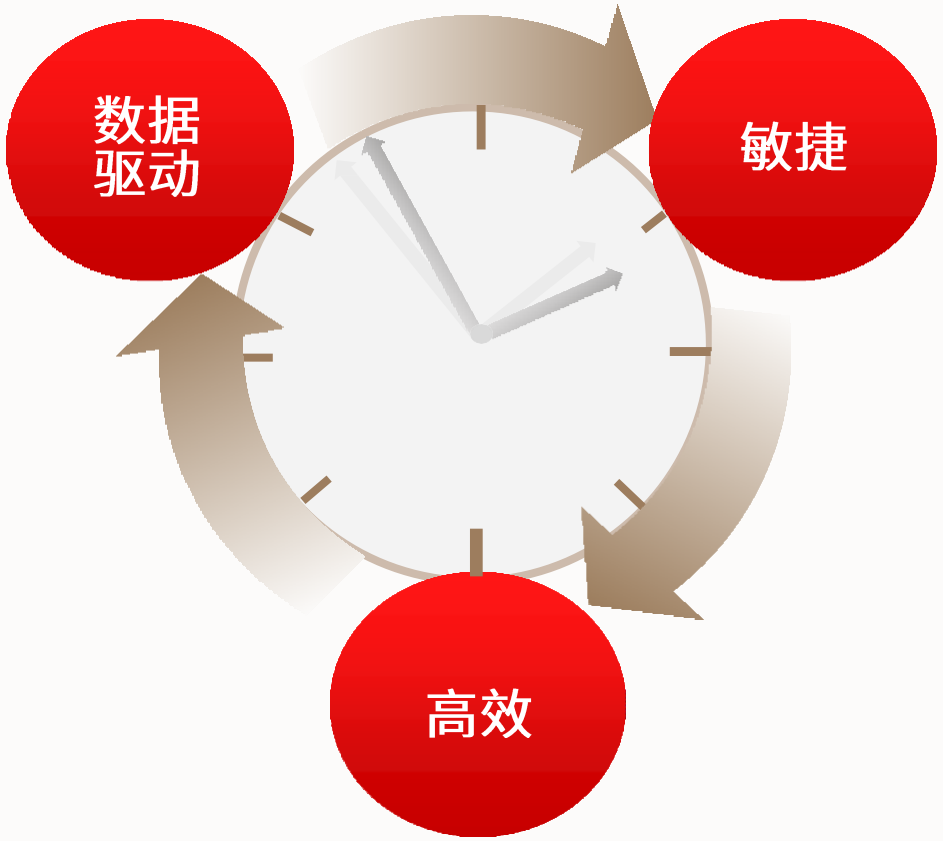
内存计算的定义（维基百科）：内存计算作为计算机科学中的一种新兴技术，主要用于处理存储在内存中的数据。目前访问和处理磁盘存储中的数据已经不能满足现代商业智能BI的需求，而将 数据放入内存后，可以更快地访问数据，实现实时分析数据，更快的支撑业务报表和决策。



- ✓ 调研机构Mordor Intelligence预测，未来2023-2028年，内存计算市场的复合年增长率为25.37%，处于快速上升阶段；
- ✓ 现代企业面临激烈的市场竞争，决策者已不能够接受，需要在数据产生后，等候几小时，甚至超过一天时间，才能海量数据中提取出支持经营决策关键信息；
- ✓ 因此企业不但数据量在快速增长，对大数据更快处理和分析的需求也不断增长，这种对更好、更快的分析性能的永无止境的需求也推动了内存计算技术的发展。

[In-memory Computing Market Size & Share Analysis - Industry Research Report - Growth Trends (mordorintelligence.com)]

内存计算技术给不同行业带来的收益

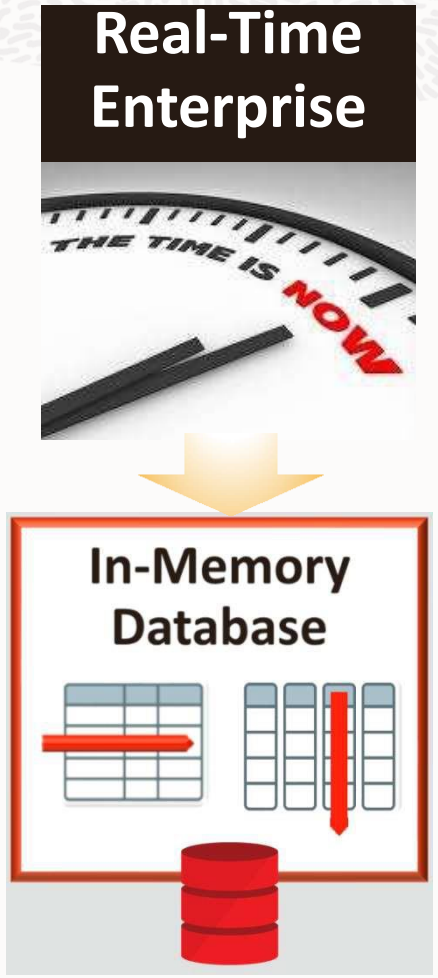


- **保险业，**通过实时定价分析，改进投资组合并降低成本；
- **零售业，**通过基于位置的实时分析，自 动向客户发送个性化的移动优惠券；
- **制造业，**使用实时分析来监控生产质量、 调整装配参数；
- **金融服务，**进行实时的、跨渠道的风险/欺诈分析，不仅限于欺诈事件发生后；
- **电信和宽带产商，**使用实时拥塞度量进行网络优化

In-Memory内存计算是支持企业进行实时分析的必选技术

IT系统已经进入内存计算的时代

- 企业必须具备“实时分析”的能力
  - ✓ In-Memory内存计算技术对实时数据分析非常重要, 可实现分析业务10-100倍的性能提升;
  - ✓ 数据一产生即可进行分析，不必等待数据搬动到专 门的分析系统，导致决策时间推迟。
- 现代硬件设备的内存规模有利于In-Memory技术的广泛推广
  - ✓ 以Oracle X9M-2为例： 单个计算节点就具备最大 2TB DRAM内存;
  - ✓ In-Memory内存计算技术已经是一项成熟技术。

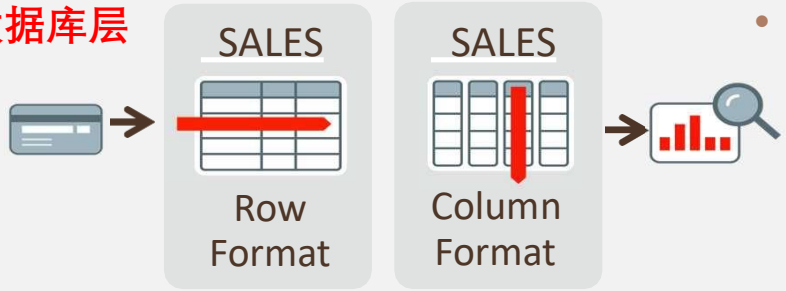


Oracle几种In-Memory技术不同使用层面

应用层

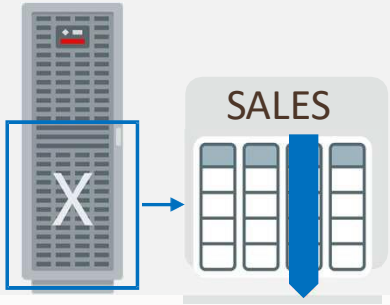
- TimesTen Application-Tier Database Cache内存缓存技术
  - 具有超高并发、低延迟需求的热数据查询应用
  - 微秒级响应时间
  - 作为Oracle数据库的高性能内存缓存

数据库层



- Database In-Memory选件
  - 数据库内存中行列双格式
  - 数十亿行/秒分析处理性能
  - OLTP和OLAP混合负载下，提升2-3倍性能
- TimesTen In-Memory Database
  - 关键OLTP应用
  - 超高并发、低延迟的交易事务
  - 可完全独立部署，也可从Oracle数据库同步部分数据

存储层



- Exadata 存储层的In-Memory技术
  - Exadata闪存缓存中的In-memory数据格式
  - 存储节点的智能扫描速度提升5-10倍
  - In-memory列式格式的高压缩特性，使闪存缓存的有效数 据容量提升15倍

什么是Database In-Memory?

什么是Database In-Memory

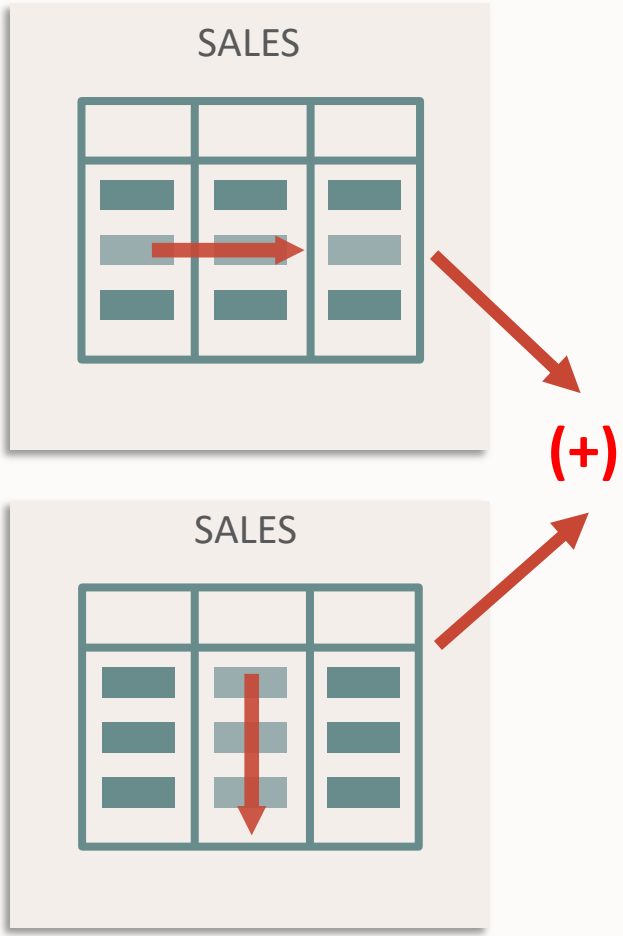
您最喜欢的数据格式是什么?

行格式

OLTP 交易在行格式上运行更快

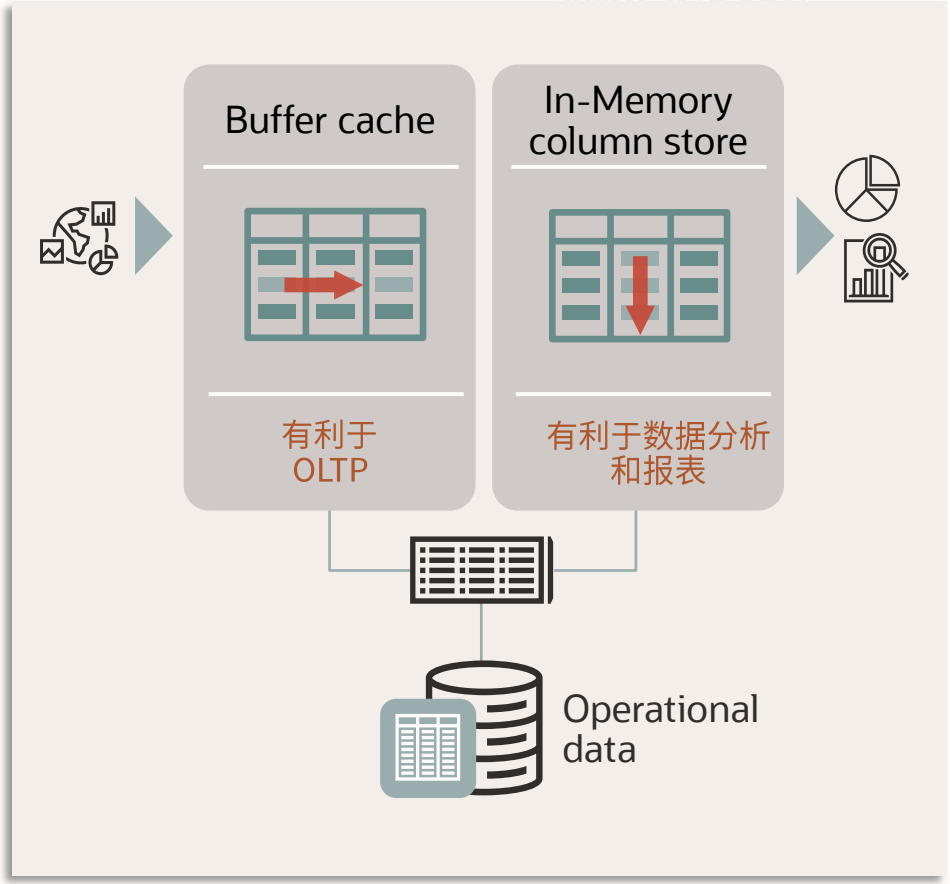
列格式

分析在列格式上运行更快

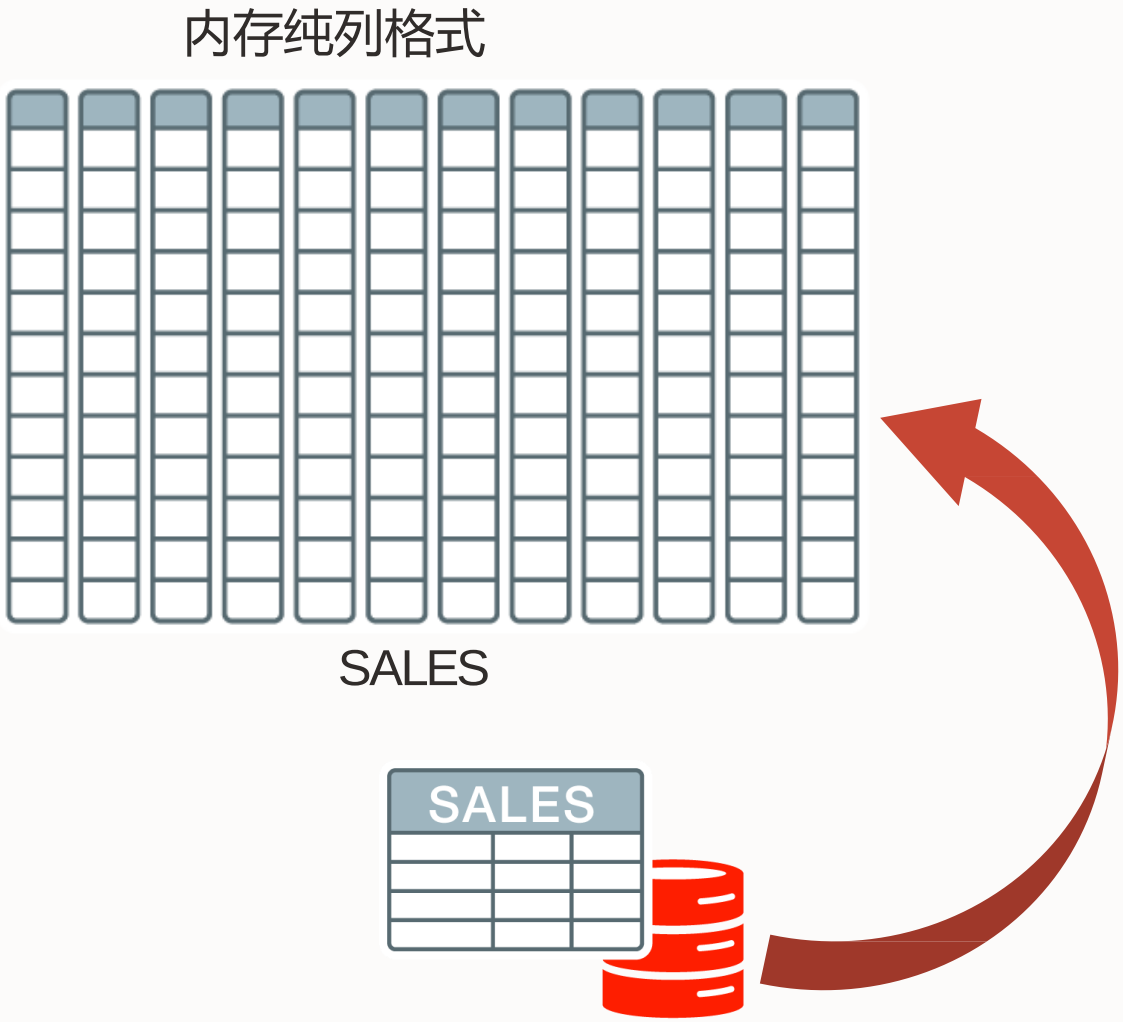


双格式

对两者最佳
快速分析
快速OLTP
(无需要分析索引)

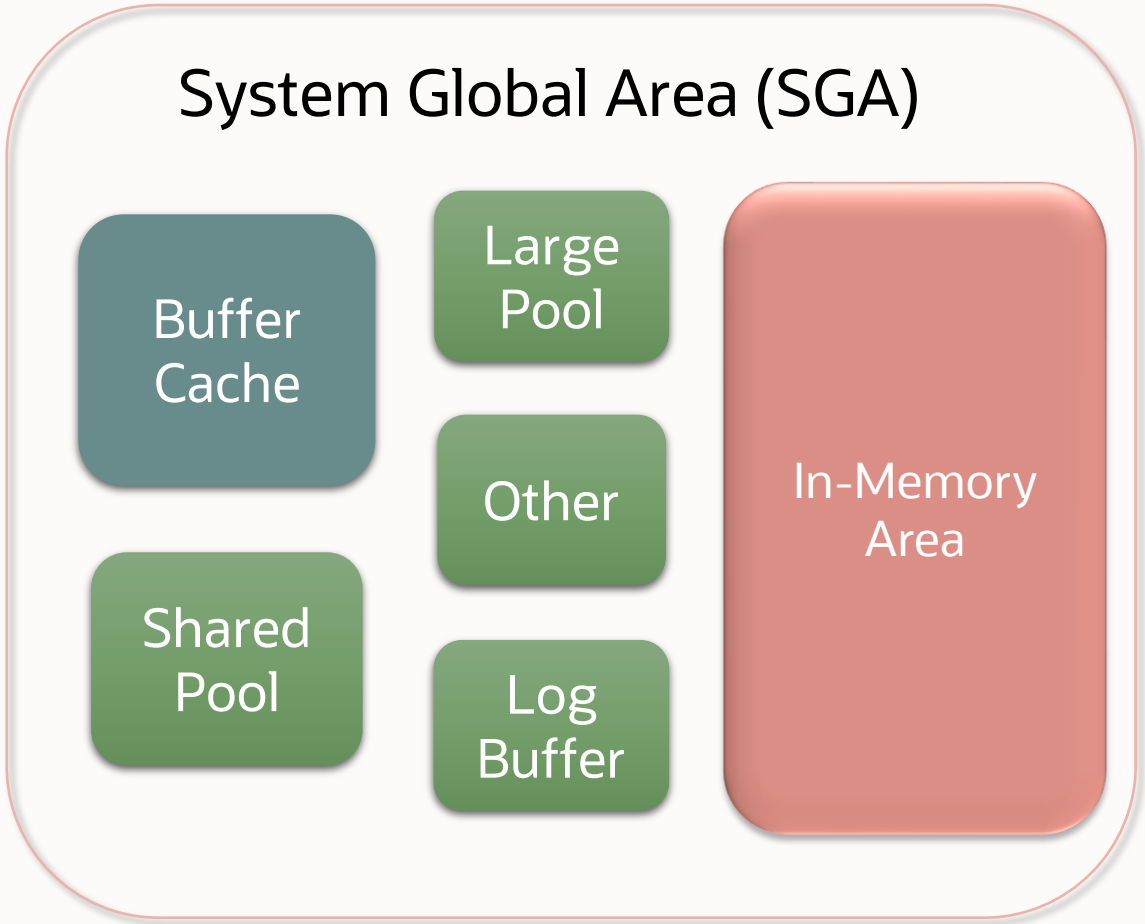


Oracle In-Memory 列技术



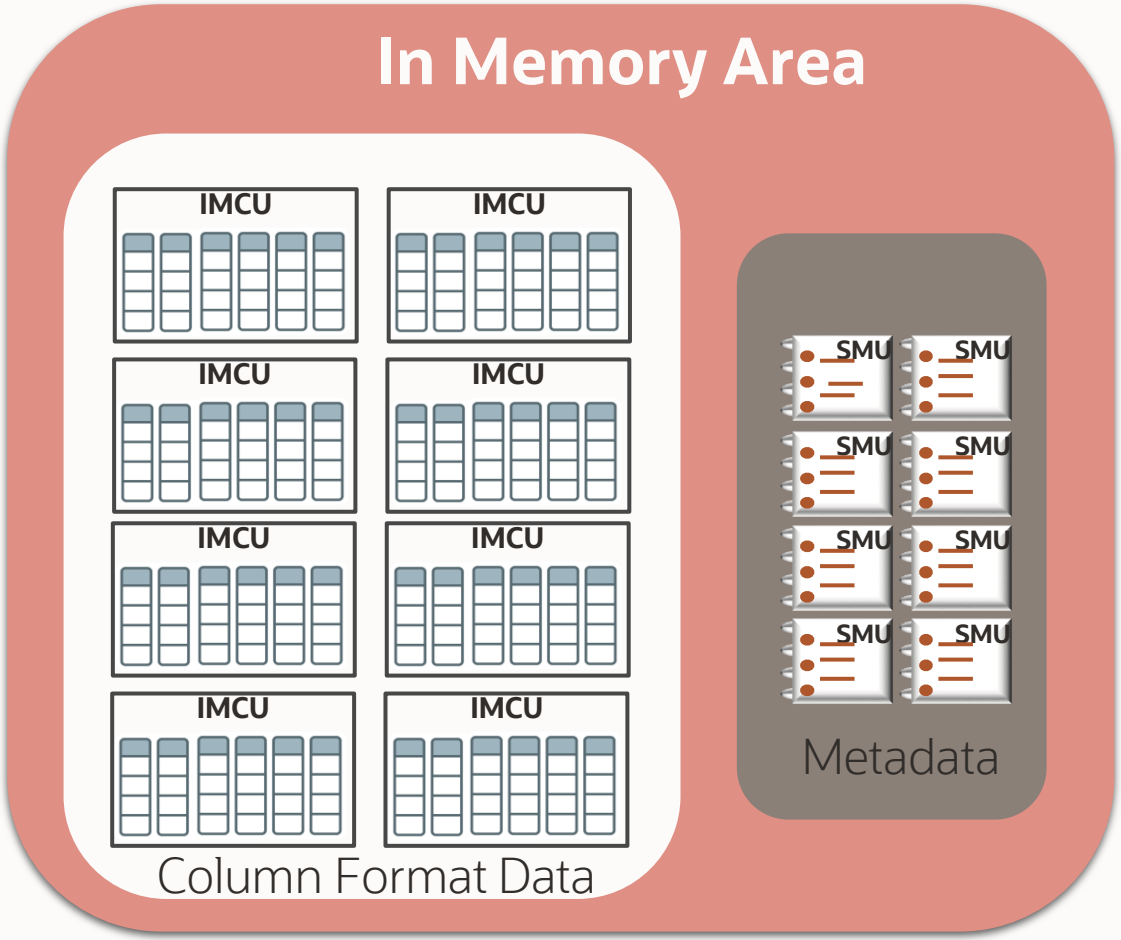
- 内存纯列格式
  - 无需持久化，开销很小
  - 不修改磁盘中的格式
  - 在所有平台中提供
- 可在表空间，表，分区和子分区，物化视图级别启用(仅缓存需要的数据)
  - 可以指定部分列
  - 内存区域大小由inmemory_size 参数控制
- 2 倍至 20 倍压缩率

In-Memory内存结构: SGA静态区域



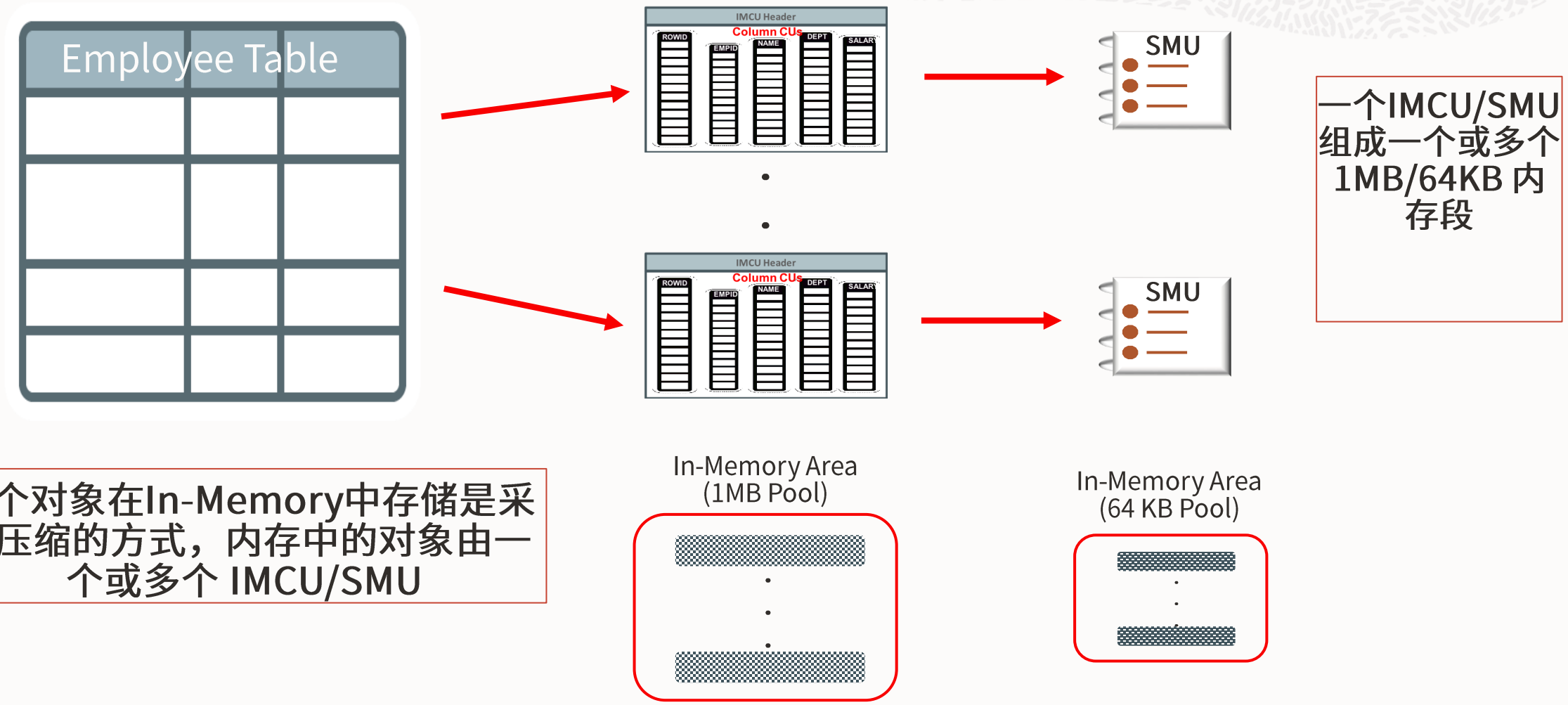
- 内存中以新的列格式存放数据
- 由 INMEMORY_SIZE 参数控制
  - 最小大小为 100MB
- 可以在数据库运行时动态调整大小 (12.2)
- SGA_TARGET 必须足够大以容纳 In-Memory 区域

In-Memory 区域的构成

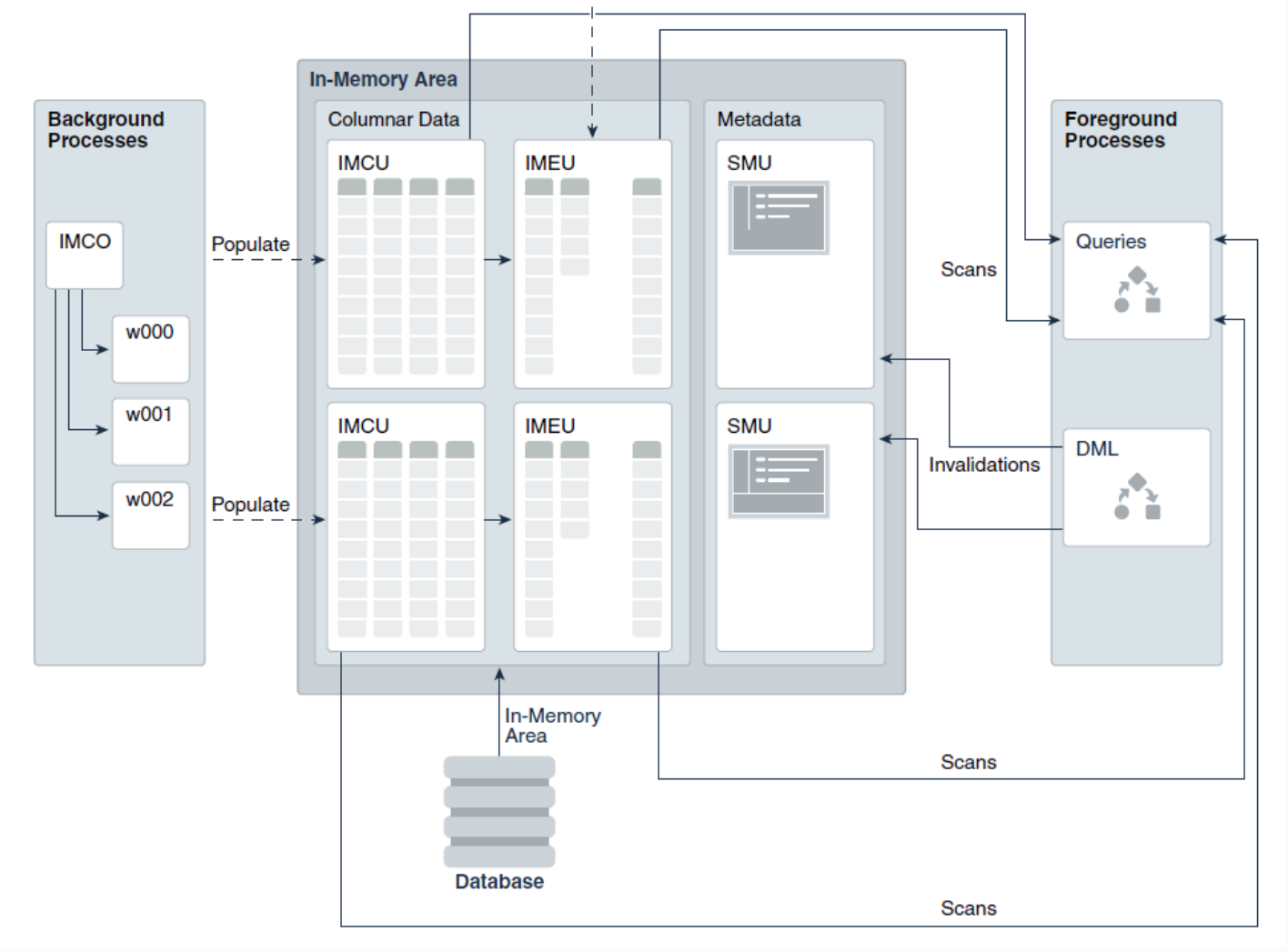


- 包含两个子池:
  - IMCU pool: 存储内存压缩数据单元 (IMCUs)
  - SMU pool:存储快照元数据单元 (SMUs)
- IMCUs包含列式数据
- SMUs包含元数据和交易信息

In-Memory 对象组成



Oracle Database In-Memory架构

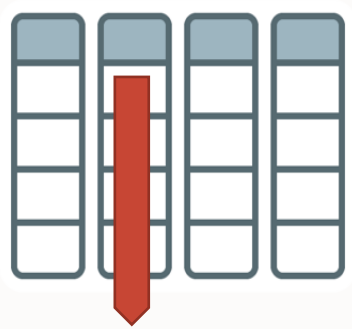


- In-Memory Area是SGA的一部分，由 参数INMEMORY_SIZE设定，包括 IMCU(列式数据)、SMU(元数据)和 IMEU(表达式)组成。
- 行式数据在实例启动或第一次数据访 问时发布到内存
- 数据更新时，会在SMU中做标记，这
- 部分数据的读取会定向到行格式存储
- 当列式“脏数据”积累到一定程度，会进行刷新
- 发布和刷新在后台由IMCO调度，
- SMCO执行

In-Memory 技术概述

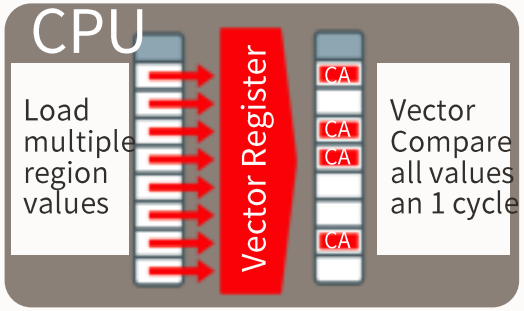
极大的加速分析数据的访问能力

纯列格式



仅访问你需要的列

SIMD向量处理



单CPU指令同时处理多列数据

存储索引

从列中裁剪任何不必要访问的数据

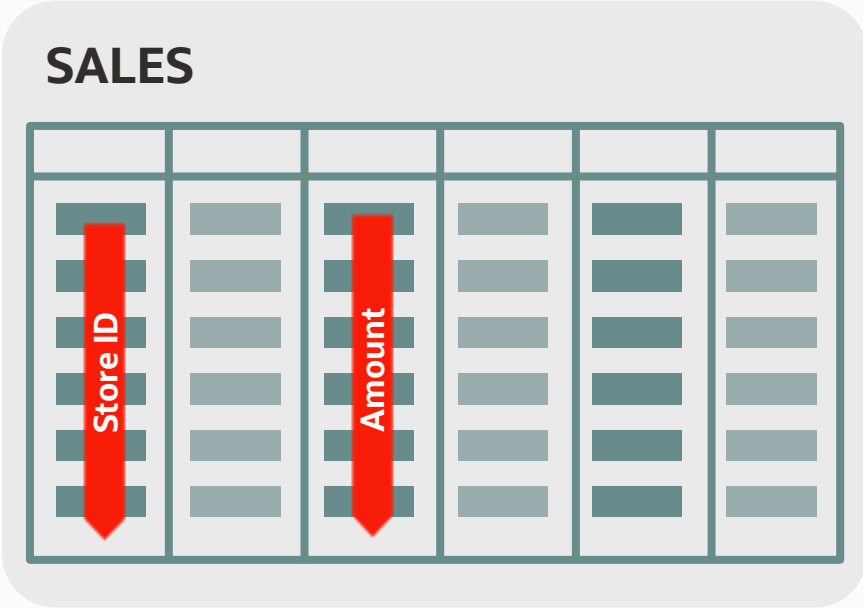
压缩

在压缩格式下扫描 & 过滤数据

列格式

在查询时只有写在SQL中的列才被访问

- 只扫描需要的列
  - 不需要读取每个“行”并遍历每个列来查找值
- 21c 中，引入了In-Memory混合扫描

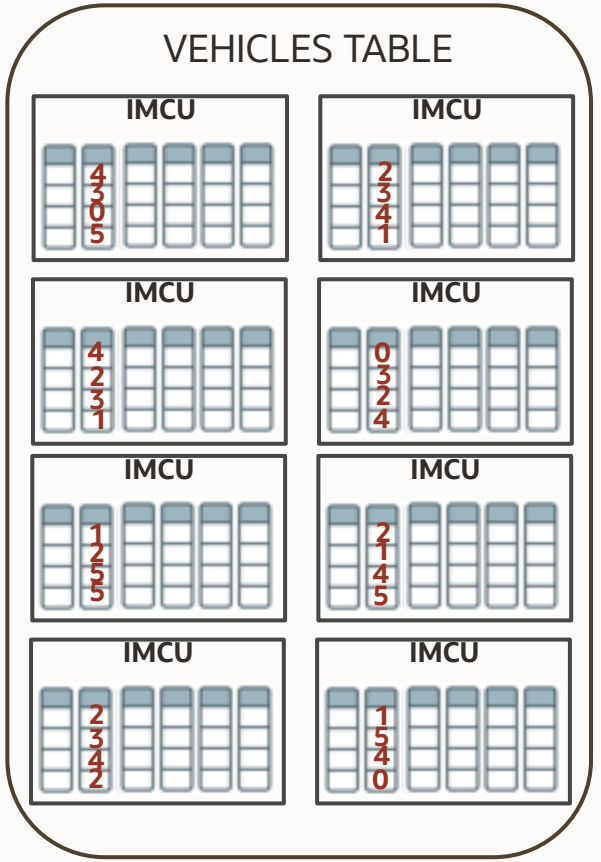


压缩

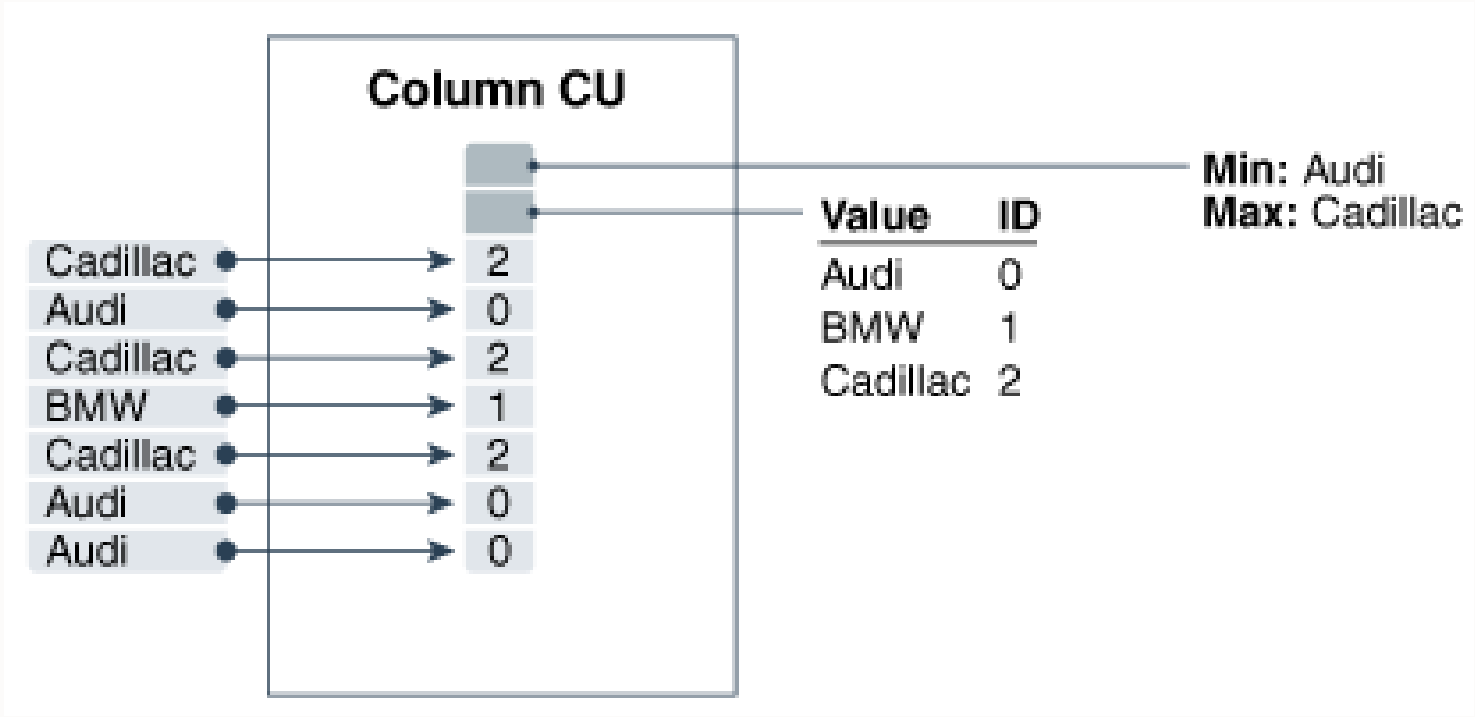
- 多级别的压缩
  - FOR DML
  - FOR QUERY LOW/HIGH
  - FOR CAPACITY LOW/HIGH
- Query Low 和 High使用字典和运行长度编码-直接对压缩数据进行评估
- Capacity Low 和 High都增加了额外的“zip-like”的压缩

Common Dictionary

NAME	ID
AUDI	0
BMW	1
CADILLAC	2
PORSCHE	3
TESLA	4
VW	5



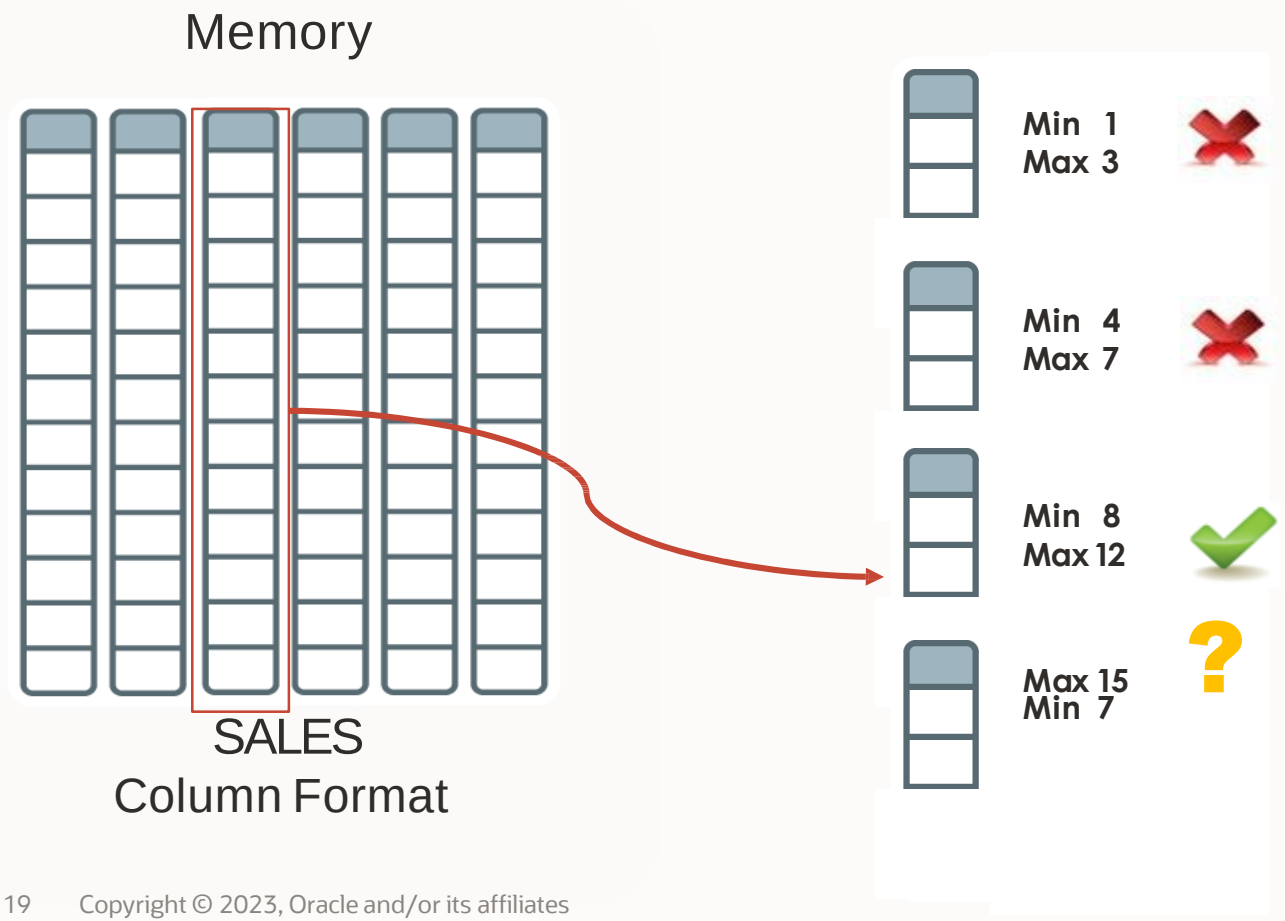
直接在压缩数据上扫描和过滤



- 数据以压缩格式发布到内存
- 采用字典编码
  - CU内唯一值的排序列表
  - 列的值被字典ID取代
- 可能会采用其它的压缩格式 (Run Length Encoding, OZIP)
- 压缩格式允许WHERE语句的谓词直接对压缩数据进行评估
- 比buffer cache扫描更少的数 据

In-Memory 存储索引

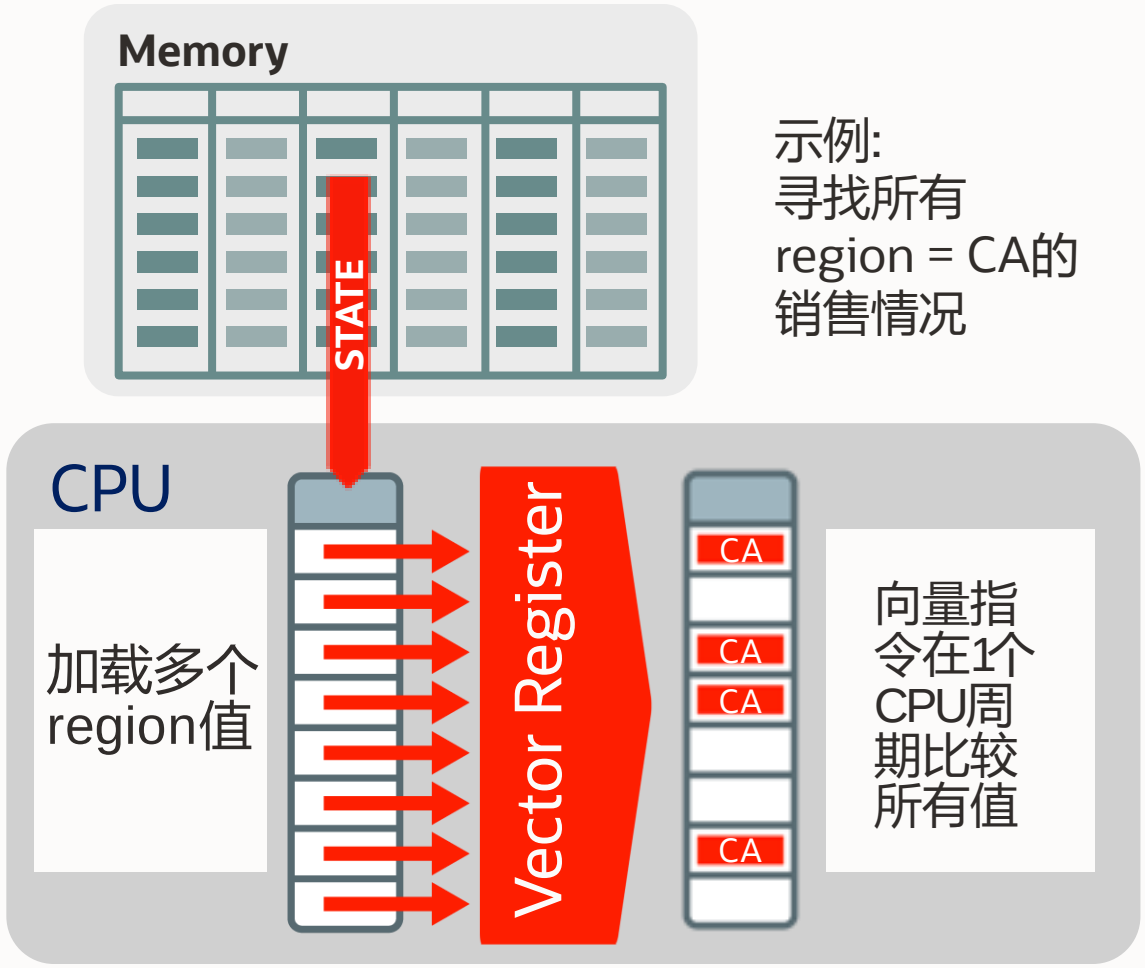
只查找需要的数据



- 例如: 在表sales中查找 a store_id = 8
  - 每一列由多个列单元组成
  - 每一个列单元的最小/最大值都被记录在存储索引中
  - 存储索引为所有查询语句提供类似分区修剪，可大幅提高查询的性能。

In-Memory支持SIMD矢量处理

数据扫描提速了一个数量级



示例:
寻找所有region = CA的销售情况

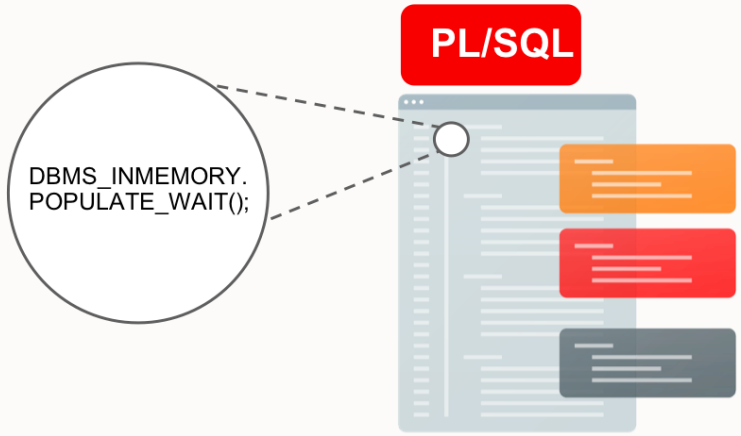
- 每个CPU核扫描本地内存中的列
- 使用超快的SIMD 向量指令扫描
  - 最初用于图形处理和科学计算
- 每个CPU Core进行 数十亿行/秒的扫描速率
  - 行格式是 百万/秒

> 10x Faster

分析型数据扫描提速了一个数量级

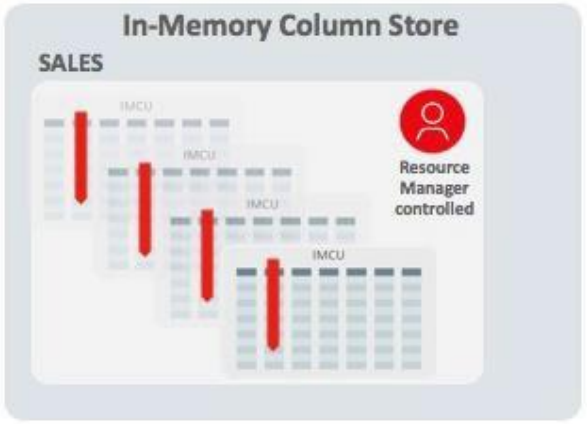
Database In-Memory 19c新增功能

增强的管理



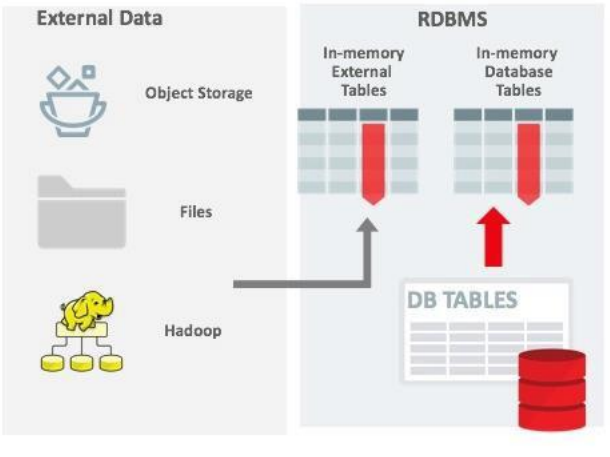
POPULATE_WAIT 函数
前台发布并等待发布结束

Dynamic Scan增强



自动启用
Resource Manager

增强外部表支持

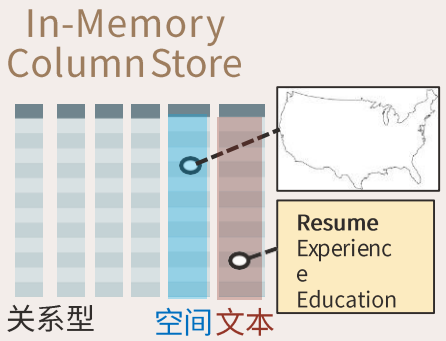


Hive/BigData 支持
Parallel Query 支持
混合分区外部表
Data Guard 多实例 Redo Apply

Database In-Memory 21c 新增功能

融合分析

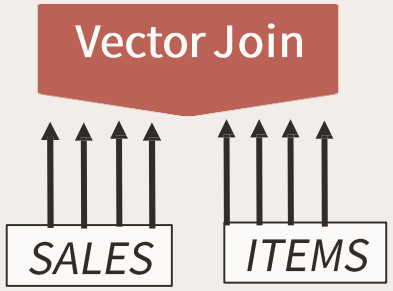
In-Memory 空间与文本



- 10x 提速 空间分析
- 3x 提速 文本分析

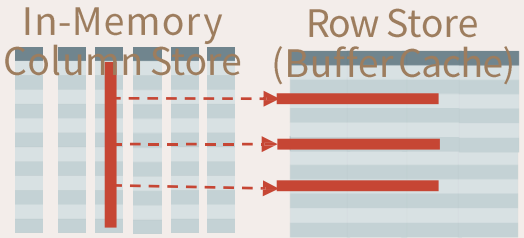
性能

In-Memory Vector Joins



- In-Memory Joins 使用 SIMD vector 指令
- 5-10x 提速

In-Memory Hybrid Scans



- In-Memory 扫描 自动 从buffer cache获取缺 失数据
- 10x 提速 混合查询

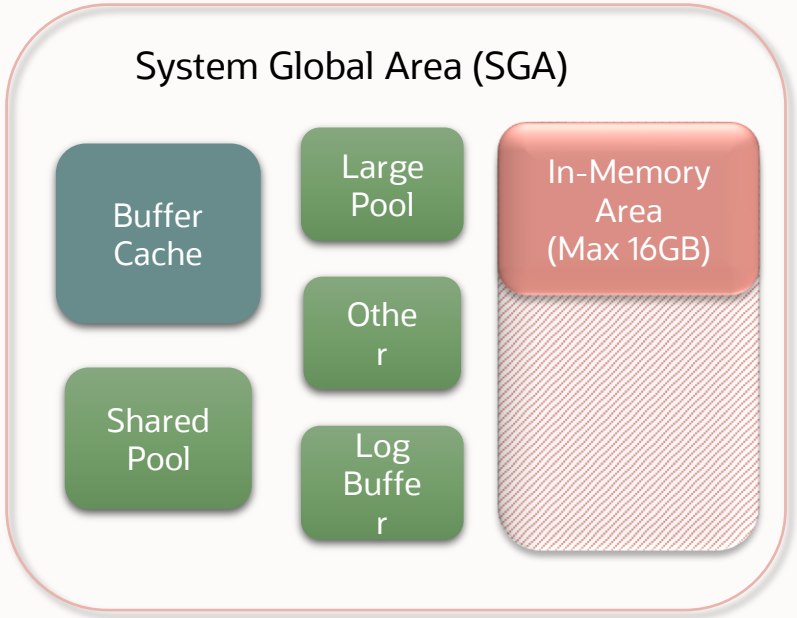
自动化

In-Memory 自治管理

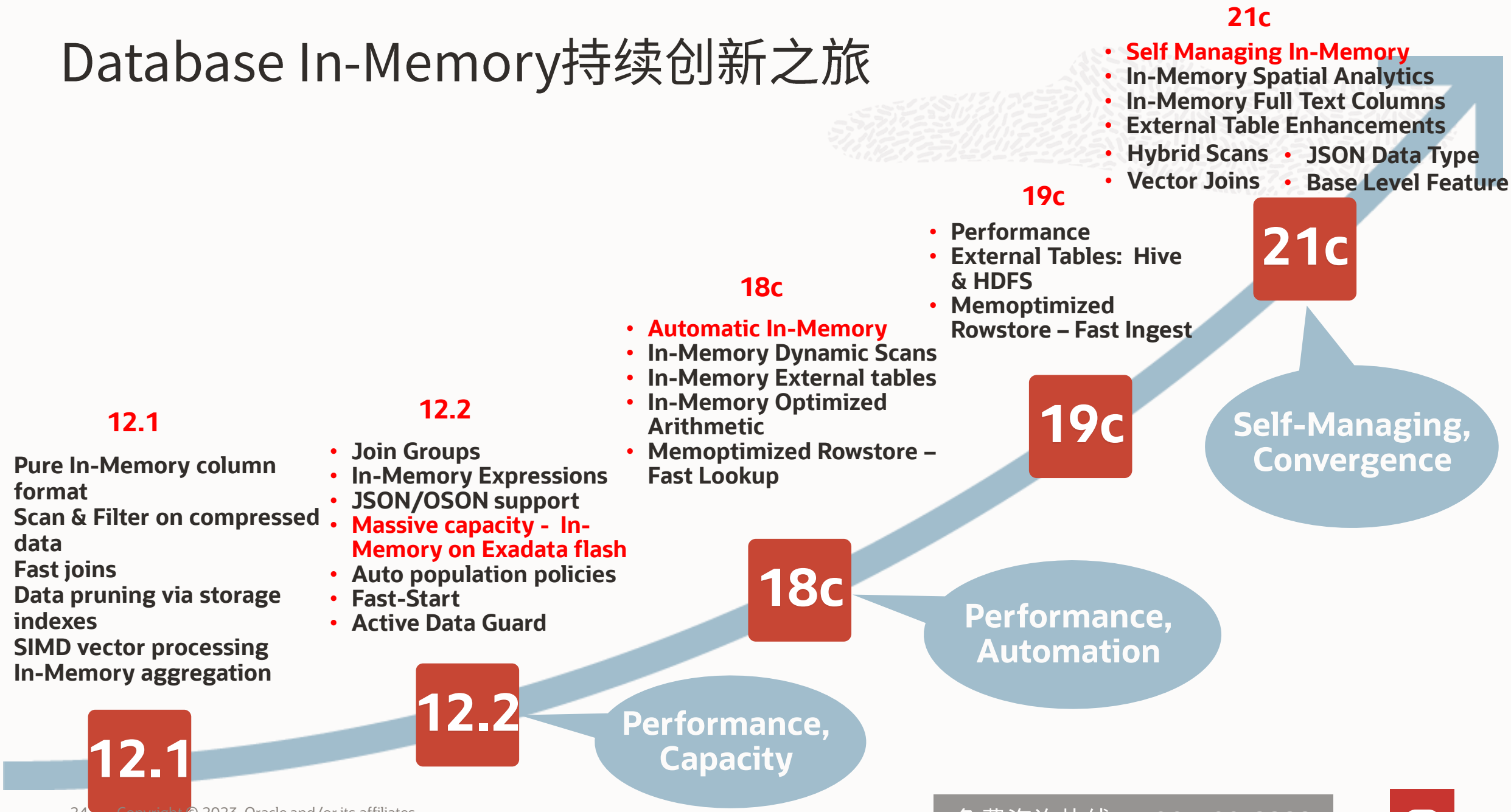
- 自动In-Memory 发布 / 清除
- 无需为表定义 INMEMORY属性

Database In-Memory Base 级别特性

- 客户现在可以使用最多 16GB 的 IM 列存储，而无需许可 Database In-Memory
- 选项此基本级别功能的目的是让客户看到内存中数据库的价值
- 并非所有数据库内存功能都可用于基本级别
- 功能提供 21c，从 19.8 Ru 后可以使用



Database In-Memory持续创新之旅

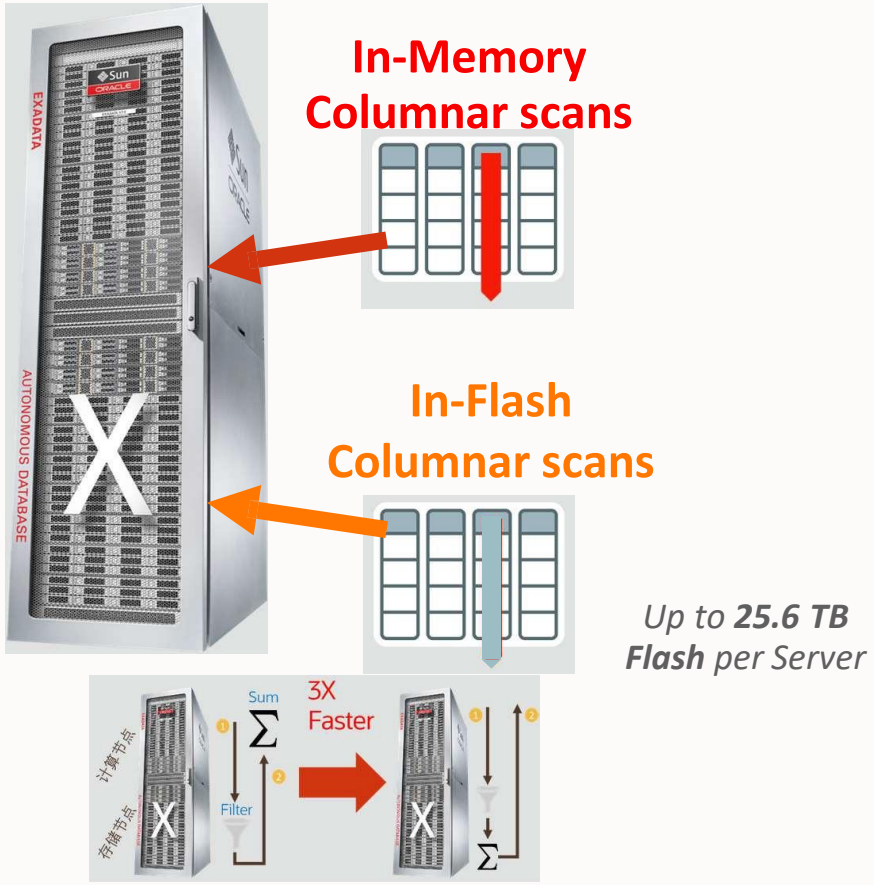


ORACLE

Exadata 是Database In-Memory最佳平台

Oracle数据库In-Memory的最佳运行平台是Exadata

- Exadata也会在计算节点的内存缓存里使用IM列数据格式
  - 计算节点CPU访问本地内存，比访问存储节点快一个数量级
  - Exadata 高存储带宽，更快速填充内存中的IM列
  - RDS和Exafusion等专用协议极快互连，有利于IM横向扩展
- 还把IM列格式使用扩展到分布式存储节点大容量闪存缓存中
  - 启用IM后，HCC、OLTP压缩表、未压缩表都将可使用IM数据格式自动缓存在闪存缓存flash cache中
  - 存储节点内存中也会自动采用IM进行性能增强， IM 的SIMD 向量处理等优化除在计算节点外，在各存储节点也会进行
- In-Memory 在Exadata中还提供一系列独有功能特性
  - 跨计算节点的IM内存镜像容错
  - ADG主备库支持IM缓存不同的数据，加速不同的业务
  - 自动化的IM缓存管理，包括内存/持久化内存/闪存/磁盘



ORACLE

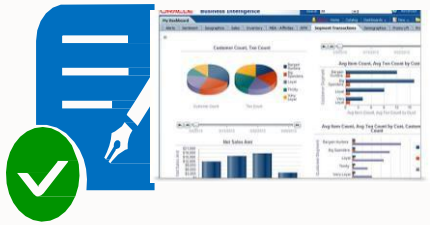
Database In-Memory如何实施

Database In-Memory – 实施简单

第1步　　配置内存容量：
inmemory_size = XXXX GB

第2步　　设置内存对象：
alter table partition …inmemory;

第3步　　运行您的应用



第4步　　删除不必要的分析型索引，加速OLTP应用

发布: 为对象启用In-Memory

```
ALTER TABLE sales INMEMORY;

ALTER TABLE sales NO INMEMORY;


CREATE TABLE customers ……
PARTITION BY LIST
    (PARTITION p1 …… INMEMORY,
    (PARTITION p2 …… NO INMEMORY);
```

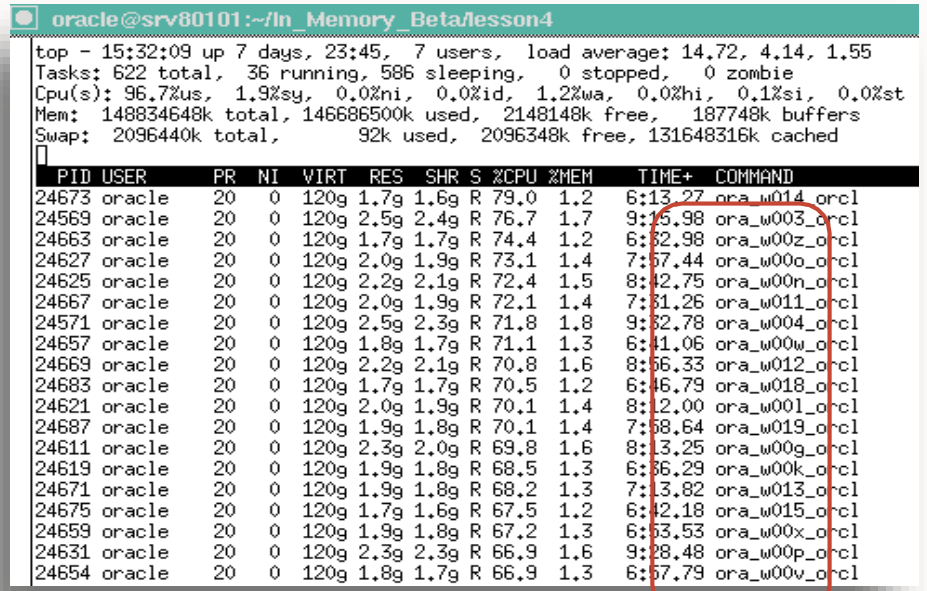
- 新 INMEMORY 属性
- 可选的segment类型
  - 表
  - 分区
  - 子分区
  - 物化视图
- 以下类型不支持
  - IOTs
  - Hash clusters

纯 OLTP 特性

发布: 优先级

- 对象发布顺序由 PRIORITY 子句控制:
  - ALTER TABLE sales INMEMORY PRIORITY HIGH;
- 级别:
  - CRITICAL > HIGH > MEDIUM> LOW
  - 控制发布的顺序而非速度
- 默认PRIORITY为NONE
  - 在第一次访问时发布

- 发布由新的一组后台进程完成
  - ora_w001_orcl
- 进程数量由参数控制
  - INMEMORY_MAX_POPULATE_SERVERS



监控: In-Memory Column Store 的发布

V$IM_SEGMENTS

- 显示哪些对象已经发布到内存中
- 显示内存中每一个segment的大小
- 显示还剩余多少未发布

```
SQL> select segment_name, populate_status, inmemory_priority, inmemory_size,
bytes_not_populated from v$im_segments;

SEGMENT_NAME POPULATE_STATUS INMEM_PRIORITY INME_SIZE BYTES_NOT_POPULATED
------------ --------------- -------------- ---------- -------------------
ACCOUNTS     STARTED         HIGH               196606          2434886912
SALES        COMPLETED       CRITICAL        135790592                   0
```

查看内存区域使用情况

V$INMEMORY_AREA:
Current size of pools in the In-Memory area

```
SQL> SELECT * FROM v$inmemory_area;

POOL            ALLOC_BYTES      USED_BYTES POPULATE_STATUS
------------ --------------- --------------- --------------
1MB POOL       5,179,965,440   3,241,148,416 DONE
64KB POOL        570,425,344       9,568,256 DONE
```

V$IM_SEGMENTS:
List of segments currently populated in the In-Memory column store

```
SQL> SELECT owner, segment_name, populate_status,
     inmemory_size, bytes_not_populated
     FROM v$im_segments;

                                                        Bytes Not
OWNER  NAME       STATUS        In-Memory Size  Populated
------ ---------- ----------- --------------- ----------
SSB    LINEORDER  COMPLETED      3,206,086,656          0
SSB    DATE_DIM   COMPLETED          1,179,648          0
SSB    SUPPLIER   COMPLETED          2,228,224          0
SSB    PART       COMPLETED         18,022,400          0
SSB    CUSTOMER   COMPLETED         23,199,744          0
```

关键的一些视图

确认所有数据已完全发布!

- v$inmemory_area – 查看是不是有充足的内存?
- v$im_segments – 查看是不是所有的对象都已经完全发布?
- v$im_header – 查看按对象情况下的所有行是不是已经发布完?
- v$im_smu_head – 变更影响了多少日志空间?

- v$imeu_header – IMEs已经发布完成?
- user_joingroups –是否已经创建并填充了Join组?

Database In-Memory与Optimizer

- 是否使用In-Memory Column Store由Optimizer决定
- 决定基于传统的表统计信息和新的In-Memory统计信息
  - 表的哪些列已发布
  - 表的数据发布了多少
  - 通过Where条件可以过滤掉多少数据

```
SELECT /* POST_IMPOP */ c.cust_id,
c.cust_last_name, c.cust_first_name,
SUM(s.amount_sold) FROM sh.sales s,
sh.customers c WHERE s.cust_id = c.cust_id
AND c.cust_last_name LIKE 'Aa%' GROUP BY
c.cust_id, c.cust_last_name, c.cust_first_name
ORDER BY c.cust_id;
```

```
-------------------------------------------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation                          | Name        | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     | Pstart| Pstop |
-------------------------------------------------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT                   |             |       |       |    73 (100)|          |       |       |
|   1 |  SORT GROUP BY                     |             |  3280 |   115K|    73  (21)| 00:00:01 |       |       |
|*  2 |   HASH JOIN                        |             | 22267 |   782K|    71  (19)| 00:00:01 |       |       |
|   3 |    JOIN FILTER CREATE              | :BF0000     |   171 |  4446 |    37   (9)| 00:00:01 |       |       |
|*  4 |     TABLE ACCESS INMEMORY FULL     | CUSTOMERS   |   171 |  4446 |    37   (9)| 00:00:01 |       |       |
|   5 |    JOIN FILTER USE                 | :BF0000     |   918K|  8973K|    31  (23)| 00:00:01 |       |       |
|   6 |     PARTITION RANGE ALL            |             |   918K|  8973K|    31  (23)| 00:00:01 |     1 |    28 |
|*  7 |      TABLE ACCESS INMEMORY FULL    | SALES       |   918K|  8973K|    31  (23)| 00:00:01 |     1 |    28 |
-------------------------------------------------------------------------------------------------------
```

Oracle In-Memory Advisor

Object Type	Object	Estimated In-Memory Size	Analytics Processing Seconds	Estimated Reduced Analytics Processing Seconds	Estimated Analytics Processing Performance Improvement Factor	Benefit / Cost Ratio (Improvement Factor / In-Memory Size)
Table	SOE.LOGON	451.76MB	2114	1,887	9.3X	20.586
Table	SOE.CARD_DETAILS	607.32MB	8346	7,248	7.6X	12.514
Table	SOE.ADDRESSES	1.09GB	5237	4,621	8.5X	7.798
Partition	SOE.PRODUCT_MOCKUP.Y2014Q1	812.6MB	2003	1,489	3.9X	4.799
Table	SOE.CUSTOMERS	1.10GB	108	95	8.2X	7.455
Table	SOE.ORDER_ITEMS	2.19GB	7128	6,393	9.7X	4.429
Table	SOE.ORDERS	1.34GB	3512	2,917	5.9X	4.403
Table	SOE.PRODUCT_INFORMATION	1.78MB	2873	2,205	4.3X	2.416
Partition	SOE.PRODUCT_MOCKUP.Y2013Q4	1.62GB	97	1,489	3.7X	2.284
Partition	SOE.PRODUCT_MOCKUP.Y2014Q2	3.37GB	642	493	4.3X	1.276

- In-Memory Advisor – 可在 OTN 上免费下载 11.2.0.3+ 数据库
- In-Memory Advisor – 参考OTN 或 MOS Note 1965343.1
- 通过 AWR 和 ASH 存储库分析现有的数据库工作负载，生成建议报告
- 提供发布到IM 列存储中受益最大的对象列表

Note: Database Diagnostics and Tuning Pack licenses required

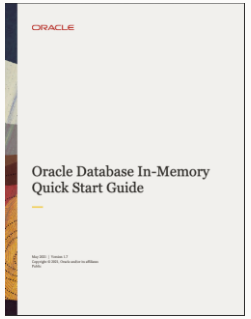
Database In-Memory指南和工具

行动起来…

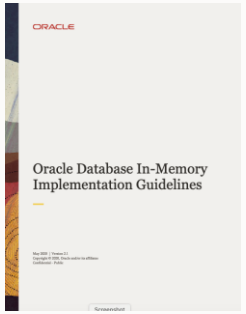
- 验证用例是否符合 Database In-Memory 的优势
- 使用 In-Memory Advisor 验证收益
- 不要“浅尝辄止”，通过使用指南获得更多信息
- 使用最新的 Oracle 数据库版本和最新的 RU，从最新的创新和修复中获益

这些指南可以帮助我们尽快入门…

快速入门(一页)
(see here)



快速入门指南
(see here)



实施指南
(see here)

Database In-Memory学习资源

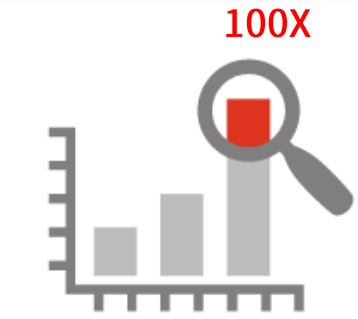
Database In-Memory Blog
https://blogs.oracle.com/in-memory
https://blogs.oracle.com/in-memory/dbim-resources

Database In-Memory Hands-on-Lab
https://apexapps.oracle.com/pls/apex/dbpm/r/livelabs

Database In-Memory Documentation
https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/21/inmem

Oracle Database In-Memory

实时分析



赋能实时业务决策

加速混合负载

在运营系统上运行分析

没有风险

久经考验的横向扩展可用性和安全

实施简单

应用无需改动内存没有限制

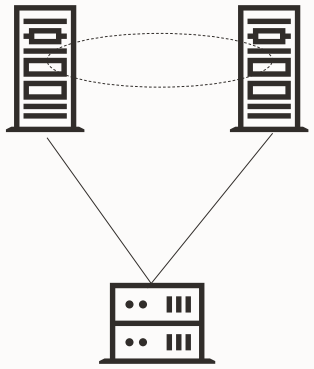
ORACLE

客户案例分享

项目 S 背景

SAP ERP 上线

2010



2 SUN T5-4 + SAN 存储

2015

~60 家分公司和套账

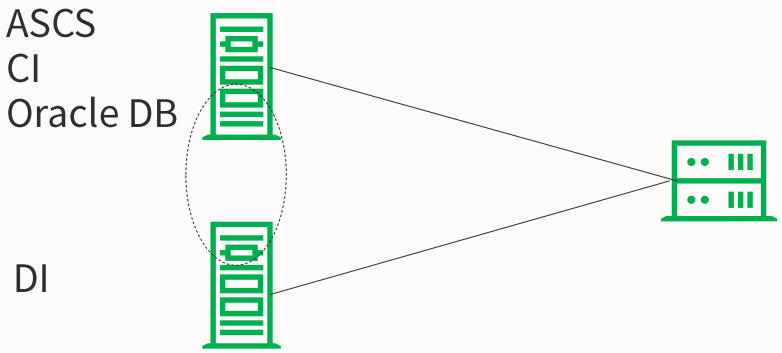
2020

系统忙
- 每日数百人次登录

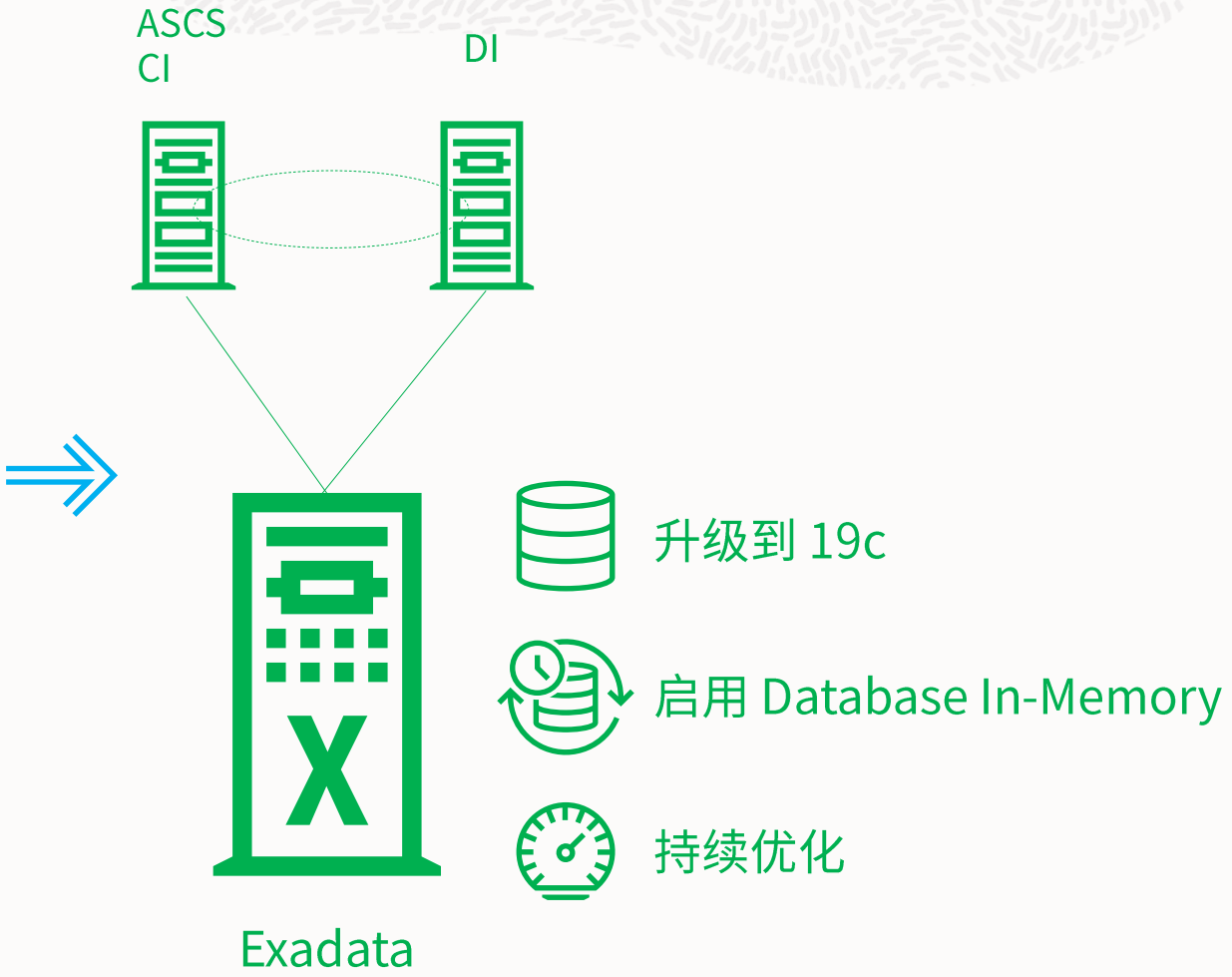
数据多
- 2.3TB 数据, 日增数十GB

程序慢
- 部分常用代码慢，超过1小时以上30个，超过5小时10个
- 月结久，集中出报表，压力大，历时数天
- 存储性能差，单次 I/O > 5ms

项目 S 解决方案



	现状	问题
硬件平台	Sun T5-4	使用5年, 设备老化
架构	主/备	资源浪费, 不能横向扩展
存储	SAS 阵列	单次 I/O > 5ms
数据库版本	11.2.0.4	不支持 DBIM
操作系统	Solaris	停止研发



总体性能提升

共1562个程序，实际仅计算前台程序收益1252个

7月 (升级前)		9月 (升级后)		
执行总次数	执行总时间	执行总次数	执行总时间	节省时间(小时/月)
66,948,677	14,741	77,991,953	6,778	7,963

9月的执行总次数比升级前的7月多 **16%**

但执行总时间下降 **54%**

- 每年约节省人员: **48**

Stef

- STEF是欧洲冷链物流领导者 STEF is the European leader for temperature sensitive logistics
- 商业智能信息系统是STEF日常活动检测的关键 Business Intelligence Information System is key in STEF day-to-day activities monitoring
- STEF管理从生产到分校的完整供应链 It manages the complete supply chain from Production to Distribution
- STEF拥有超过15000家大客户，业务遍及西欧的7个主要国家 Stef has 15000 large

商业挑战：

- STEF的商业经理需要更多更快的决策支持信息
- 在使用DBIM之前，业务经理无法访问所有的数据用来做出决策
- 在访问数据管理业务的同时，数据也经常通过新事务进行更新
  - ➢ 每天大约有1亿条新数据插入，以及1000万条的更改和删除

使用DBIM后：

- 最主要的查询语句性能提升10-100倍
- 使用DBIM强大的报告和分析功能，从运输订单到计费，为终端客户提供更高效实时的服务
- 轻松满足高要求的分析要求

汉莎航空Lufthansa

汉莎航空是德国最大的航空公司，也是欧洲载客量最大的航空公司之一。

商业挑战：

- 在全球60多个机场检测维护超过2000架飞机
- 每6-10年进行一次D-Check，飞机几乎完全直接拆卸再重装
- 每一个零件都经过检查测试是否需要维修更换，从咖啡机到发动机到起落架
- 维修在自己的车间或由分包商完成
- 24/7/365全年无休运营

使用DBIM后：

- 对重要查询语句高达100x倍的性能提升
- 节约90%的IO
- 节约磁盘空间 (indexes dropped)

Database In-Memory 助力实时企业

Mankind Pharma

- 分析报表 11x 提速
- 删除分析型索引提速OLTP
- 数据库大小 减少 90%

BOSCH – SAPCRM

- 删除 所有定制的索引
- 分析查询 2-20X 提速, DML 2-3X 提速
- 无需改变应用

LION – SAPERP

- 分析查询 4X 提速
- 交易 2X 提速
- 分析查询现在可以基于1亿销售点交易数据运行

Lufthansa

- 分析查询 100x 提速
- 提升了数据摄取的速度
- 减少了数据库大小

甲骨文内存数据库DBIM = 简单易用 + 高性能

传统模式

现代模式
（简易 高效）

物理视图

分析索引

管理风险

DBA的管理代价

管理多个存储及数据备份

管理不同的计算

数据查询前需要进行ETL处理

更高的成本和复杂性

简单而统一的数据存储，提供高达100x的性能提升

Database In-Memory

您的选择?

基于 Oracle 数据库
免费企业数据健康检查

- 及时了解数据库健康状况，发现并解决潜在问题
- 维护数据库系统良好状态，保护数据资产的安全
- 提升数据库性能、稳定性和安全性，降低业务风险

免费咨询热线：

400-699-8888

* 活动最终解释权归甲骨文公司所有

数据库和云讲座群

20-20

甲骨文云技术公众号

技术专家1V1深入交流


ORACLE