实时数仓-Flink

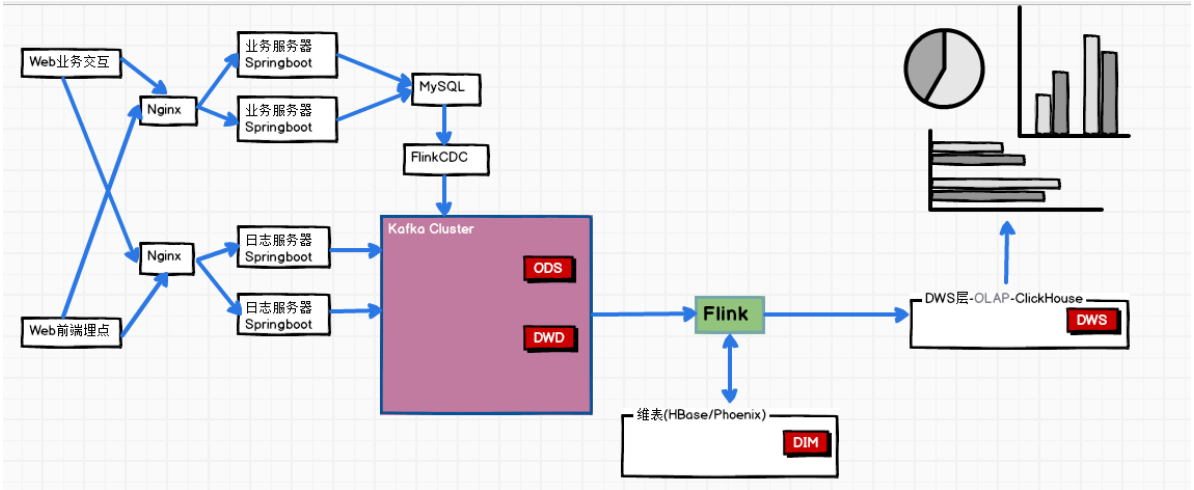
项目目的

曾经做过一个实时日志分析项目，但是指标固定、中间结果没有沉淀，导致如果想扩充指标、实现其他需求就要写重复代码，不利于实时数据的分析。(其他指标：如灵活选择TopN区间段、一次实时数据生成多个指标)

所以想做这样一个实时数仓项目，增加其数据的复用性、增加数据可以生成的指标、增加可分析维度。

普通实时计算和实时数仓相比的优势在于，在指标相对固定的情况下，一次数据就可以直接输出结果，**实时性更强。**

项目架构



实时数仓数据类型

数据库数据

> 业务交互数据: 业务流程中产生的登录、订单、用户、商品、支付等相关的数据，存储在MySQL中。

自定义反序列化器

> FlinkCDC默认的反序列器 直接调用的对象的toString()方法，不利于后续处理。

- 将日志信息，转化为JSON对象后，在调用JSON的toString()方法
- ```
  //封装的数据格式:json
  {
  "database":"",
  "tableName":"",
  "type":"c u d",
  "before":"{"":"","":""......}",
  "after":"{"":"","":""......}"
  }
  ```
- 时间戳用的是before和after里面的事件时间

日志数据

- 模拟日志生成的jar包，可以将日志发送给指定的端口 -> http://hadoop1:80/applog
- 应用服务的web访问端口是8081，指定kafka的代理地址是hadoop1:9092
- 生成的日志落盘(info)后，写入到kafka的 `ods_base_log` 主题中，日志格式是json格式。
- 模拟日志采集程序写好后，打包放入集群。
- **两个jar包，一个日志生成jar包，将日志发送到 `http://hadoop1:80/applog`，由nginx代理到三台日志服务器**
  ```

- **三台日志服务器，分别接收/applog请求，然后将日志落盘并写入kafka。**

Nginx

> engine x 高性能HTTP和反向代理服务器，占用内存少，并发能力强。

正向代理与反向代理

- 正向代理：类似跳板机，代理访问外部资源。(跳板机取回google.com内容，返回给我)
- 反向代理：以代理服务器来**接收internet上的连接请求**，然后**将请求转发给内部网络上的服务器**，并将从服务器上得到的结果返回给internet上请求连接的客户端。

负载均衡

- 集群中的每台都生成日志信息，请求由nginx平衡给每台服务器，实现负载均衡。
- 模拟数据发给nginx，由nginx转发给三台日志服务器。

日志信息

> 项目用到的日志分为两类，页面埋点日志、启动日志

埋点日志

> 埋点日志包含：
>
> 当前页面的页面信息
>
> 所有事件(动作)
>
> 所有曝光信息
>
> 所有错误信息
>
> 公共信息：设备信息，地理位置，应用信息 **common字段**

```
{
  "common": {                   -- 公共信息
    "ar": "230000",               -- 地区编码
    "ba": "iPhone",               -- 手机品牌
    "ch": "Appstore",             -- 渠道
    "is_new": "1",--是否首日使用，首次使用的当日，该字段值为1，过了24:00，该字段置为0。
    "md": "iPhone 8",             -- 手机型号
    "mid": "YXfhjAYH6As2z9Iq", -- 设备id
    "os": "iOS 13.2.9",           -- 操作系统
    "uid": "485",                  -- 会员id
    "vc": "v2.1.134"              -- app版本号
  },
  "actions": [                     --动作(事件)
    {"action_id": "favor_add",   --动作id
```

```
      "item": "3",                    --目标id
      "item_type": "sku_id",         --目标类型
      "ts": 1585744376605             --动作时间戳
    }
  ],
  "displays": [
    {
      "displayType": "query",          -- 曝光类型
      "item": "3",                       -- 曝光对象id
      "item_type": "sku_id",           -- 曝光对象类型
      "order": 1,                        --出现顺序
      "pos_id": 2                        --曝光位置
    },
    {
      "displayType": "promotion",
      "item": "6",
      "item_type": "sku_id",
      "order": 2,
      "pos_id": 1
    },
    {
      "displayType": "promotion",
      "item": "9",
      "item_type": "sku_id",
      "order": 3,
      "pos_id": 3
    },
    {
      "displayType": "recommend",
      "item": "6",
      "item_type": "sku_id",
      "order": 4,
      "pos_id": 2
    },
    {
      "displayType": "query ",
      "item": "6",
      "item_type": "sku_id",
      "order": 5,
      "pos_id": 1
    }
  ],
  "page": {                          --页面信息
    "during_time": 7648,          -- 持续时间毫秒
    "item": "3",                     -- 目标id
    "item_type": "sku_id",        -- 目标类型
    "last_page_id": "login",      -- 上页类型
    "page_id": "good_detail",     -- 页面ID
    "sourceType": "promotion"     -- 来源类型
  },
  "err":{                        --错误
    "error_code": "1234",        --错误码
    "msg": "************"        --错误信息
  },
  "ts": 1585744374423  --跳入时间戳
}
```

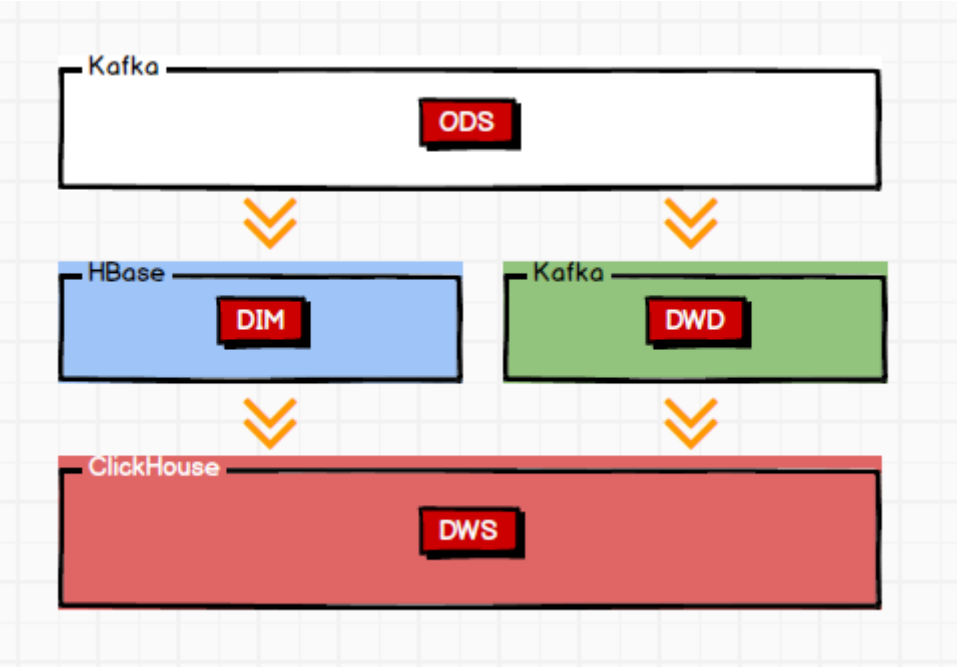
启动日志

> 启动日志结构相对简单，主要包含公共信息，启动信息和错误信息。

```
{
  "common": {
    "ar": "370000",
    "ba": "Honor",
    "ch": "wandoujia",
    "is_new": "1",
    "md": "Honor 20s",
    "mid": "eQF5boERMJFOujcp",
    "os": "Android 11.0",
    "uid": "76",
    "vc": "v2.1.134"
  },
  "start": {
    "entry": "icon",         --icon手机图标  notice 通知   install 安装后启动
    "loading_time": 18803,  --启动加载时间
    "open_ad_id": 7,        --广告页ID
    "open_ad_ms": 3449,    -- 广告总共播放时间
    "open_ad_skip_ms": 1989   --  用户跳过广告时点
  },
  "err":{                    --错误
    "error_code": "1234",      --错误码
    "msg": "***********"       --错误信息
  },
  "ts": 1585744304000
}
```

分层需求 & 每层职能

- 数据走向



- 每层职能

分层	数据描述	生成计算工具	存储媒介
ODS	原始数据，日志和业务数据	日志服务器，FlinkCDC	kafka
DWD	数据分流，UV,跳出行为，订单宽表，支付款表	Flink	kafka
DIM	维度数据	Flink	HBase
DWS	根据**维度主题**将多个**事实数据轻度聚合**，形成**主题宽表**	Flink	ClickHouse
ADS	ClickHouse数据进行筛选聚合。	ClickHouse、SQL	可视化展示

ODS层

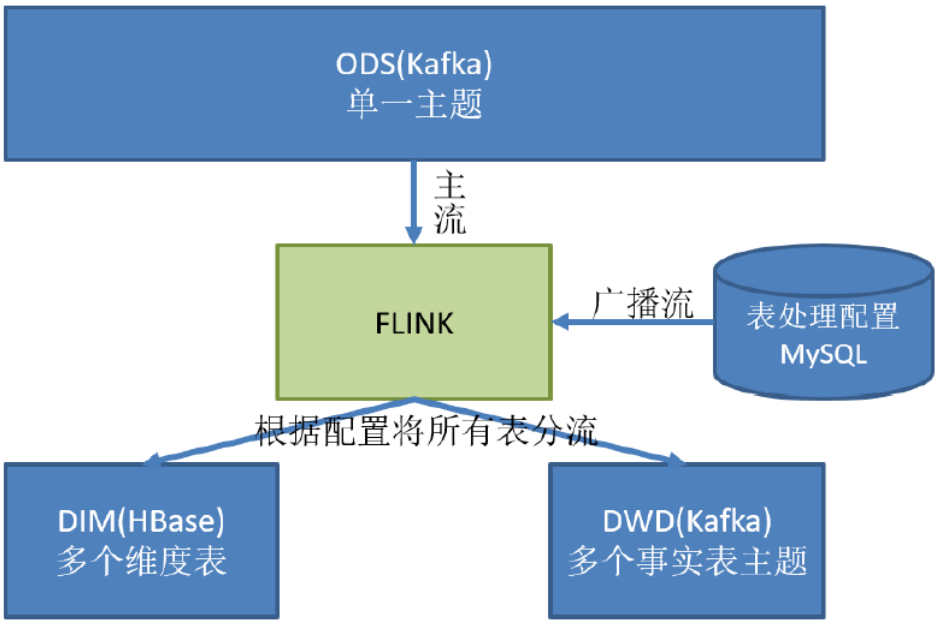
- 日志数据
    - 模拟日志生成的jar包，可以将日志发送给指定的端口 -> http://hadoop1:80/applog
    - **两个jar包，一个日志生成jar包，将日志发送到`http://hadoop1:80/applog`，由nginx代理到三台日志服务器**
    - **三台日志服务器，分别接收/applog请求，然后将日志落盘并写入kafka `ods_base_log` 主题**
- 业务数据
    - FlinkCDC 读取 业务库的变化后，直接写入kafka的 `ods_base_db` 主题

DWD层

BaseLogApp

- 读取 `ods_base_log` 主题数据
    - 过滤脏数据：如果解析不出来 `JSONObject` 则滤除
    - 利用侧输出流分流，分离出`启动日志`，`页面日志`，`曝光日志`
        - 启动日志：`start`字段
        - 曝光日志：从 埋点日志中取出 `display`字段， 并将页面日志中的 `page_id` 字段添加到曝光日志中
        - 页面日志：非启动日志，即页面日志，直接主流输出
- 分别写入kafka主题
    - `dwd_start_log`
    - `dwd_display_log`
    - `dwd_page_log`

BaseDBApp

> - 业务数据的变化，可以通过`FlinkCDC`采集到，但是只输出到一个`Topic`中。
>   - 这些数据既包含`事实数据`又包含`维度数据`,输出到一个`Topic`不利于后续处理。
>   - 所以从`kafka`读取数据后，将维度数据保存到`HBase`，事实数据写回到`kafka`作为业务数据的`DWD层`
> - `FlinkCDC`读取到的表，每个表有不同的特点，有的是维度表，有的是事实表。
>   - 当表很多时，为每一张表写一个配置，代码量很大；
>   - 当业务端随着需求变化，增加表时，就需要修改配置重启计算程序。
>   - 需要实现`动态分流`功能，将配置信息以`MySQL`表的形式存储起来，利用`FlinkCDC`去读取这张配置表形成配置流，并将其作为`广播流`与主流连接。
>
> 
>
>
> - 配置表

```
#配置表字段
source_table
operate_type
sink_type
sink_table
sink_columns  HBase建表用
sink_pk       Phoenix建表用  (kafka会自动创建主题，Phoenix只能提前创建好)
sink_extend   扩展字段，说明是否做预分区
```

- 配置表示例

select * from table_process

	source_table	operate_type	sink_type	sink_table	sink_columns	sink_pk	sink_extend
1	activity_info	insert	hbase	dim_activity_info	id,activity_name,activity_type,activity_desc,start_t	id	[NULL]
2	activity_info	update	hbase	dim_activity_info	id,activity_name,activity_type,activity_desc,start_t	[NULL]	[NULL]
3	activity_rule	insert	hbase	dim_activity_rule	id,activity_id,activity_type,condition_amount,con	id	[NULL]
4	activity_rule	update	hbase	dim_activity_rule	id,activity_id,activity_type,condition_amount,con	[NULL]	[NULL]
5	activity_sku	insert	hbase	dim_activity_sku	id,activity_id,sku_id,create_time	id	[NULL]
6	activity_sku	update	hbase	dim_activity_sku	id,activity_id,sku_id,create_time	[NULL]	[NULL]
7	base_category1	insert	hbase	dim_base_category1	id,name	id	[NULL]
8	base_category1	update	hbase	dim_base_category1	id,name	[NULL]	[NULL]
9	base_category2	insert	hbase	dim_base_category2	id,name,category1_id	id	[NULL]
10	base_category2	update	hbase	dim_base_category2	id,name,category1_id	[NULL]	[NULL]
11	base_category3	insert	hbase	dim_base_category3	id,name,category2_id	id	[NULL]
12	base_category3	update	hbase	dim_base_category3	id,name,category2_id	[NULL]	[NULL]
13	base_dic	insert	hbase	dim_base_dic	id,dic_name,parent_code,create_time,operate_ti	id	[NULL]
14	base_dic	update	hbase	dim_base_dic	id,dic_name,parent_code,create_time,operate_ti	[NULL]	[NULL]
15	base_province	insert	hbase	dim_base_province	id,name,region_id,area_code,iso_code,iso_3166	[NULL]	[NULL]
16	base_province	update	hbase	dim_base_province	id,name,region_id,area_code,iso_code,iso_3166	[NULL]	[NULL]
17	base_region	insert	hbase	dim_base_region	id,region_name	[NULL]	[NULL]
18	base_region	update	hbase	dim_base_region	id,region_name	[NULL]	[NULL]
19	base_trademark	insert	hbase	dim_base_trademark	id,tm_name	id	[NULL]
20	base_trademark	update	hbase	dim_base_trademark	id,tm_name	[NULL]	[NULL]
21	cart_info	insert	kafka	dwd_cart_info	id,user_id,sku_id,cart_price,sku_num,img_url,sku	id	[NULL]
22	comment_info	insert	kafka	dwd_comment_info	id,user_id,nick_name,head_img,sku_id,spu_id,or	id	[NULL]
23	coupon_info	insert	hbase	dim_coupon_info	id,coupon_name,coupon_type,condition_amoun	id	[NULL]
24	coupon_info	update	hbase	dim_coupon_info	id,coupon_name,coupon_type,condition_amoun	[NULL]	[NULL]
25	coupon_range	insert	hbase	dim_coupon_range	id,coupon_id,range_type,range_id	id	[NULL]
26	coupon_range	update	hbase	dim_coupon_range	id,coupon_id,range_type,range_id	[NULL]	[NULL]
27	coupon_use	insert	kafka	dwd_coupon_use	id,coupon_id,user_id,order_id,coupon_status,ge	id	SALT_BUCKETS = 3
28	coupon_use	update	kafka	dwd_coupon_use	id,coupon_id,user_id,order_id,coupon_status,ge	[NULL]	[NULL]
29	favor_info	insert	kafka	dwd_favor_info	id,user_id,sku_id,spu_id,is_cancel,create_time,ca	id	[NULL]
30	financial_sku_cost	insert	hbase	dim_financial_sku_cos	id,sku_id,sku_name,busi_date,is_lastest,sku_cost	id	[NULL]
31	financial_sku_cost	update	hbase	dim_financial_sku_cos	id,sku_id,sku_name,busi_date,is_lastest,sku_cost	[NULL]	[NULL]

- 当业务端增加表时，只需要在配置表中增加一条表信息即可。

- 读取 `ods_base_db` 主题数据
- `FlinkCDC` 读取 `MySQL配置表` -> `tableProcessDS`
  - 将 `tableProcessDS` 转换为 `广播` 流
    - 广播流需要一个 `Map状态` 作为输入参数， `key` 为表名+操作类型， `value` 为整行数据。
    - 就是将配置信息，写入 `Map状态` 中，留给其他流使用
  - 连接 `广播流` 和 `ods_base_db` 主流
    - 广播流:
      - 配置表一般只有新增，读取的 `json` 类型中， `after` 字段一定有值
      - 读取数据，检查 `HBase` 表是否存在，如果不存在则在 `Phoenix` 中建表
      - 写入状态,广播出去
    - 主流:
      - 通过 `表名-操作类型` 获取广播的配置数据
      - 过滤数据 根据 `sink columns` 过滤数据，数据库表中的有些字段于我们是无用的
      - 将 `sink table` 写入 `json` 对象，通过 `sink_type` 分流
- `Sink`
  - 主流数据写入 `kafka` ，根据数据的 `sinkTable` 字段，决定写入的主题
  - 维表数据写入 `Phoenix`

UV计算

> 也称为`DAU`(Daily Active User) 日活用户

- 读取 `dwd_page_log` 数据
- 按 `mid` key by
- 用`Value State`存上次登录时间，做去重
    - 如果数据的 `last_page_id` 可以取到，那么不是`UV`，这条数据被过滤掉
    - 如果取不到，表明没有上一跳
        - 如果`Value State`取的值为`null`，更新其值，留下该条数据。
        - 如果`Value State`取的值不为`null`，说明不是`UV`，滤除数据。

跳出明细计算

> `跳出`就是用户成功访问了网站的一个页面后就退出，不再继续访问网站的其他页面。
>
> `跳出率`就是`跳出次数 / 访问次数`
>
> 关注跳出率，可以看到引流过来的访客是否能很快地被吸引，取到引流过来的用户之间的质量对比。

> > **思路**：跳出即表明这次数据是`单跳`，没有上一跳，是从别处引流过来的。
> >
> > 如果这条数据后一段时间内没有访问其他页面，即视为跳出。

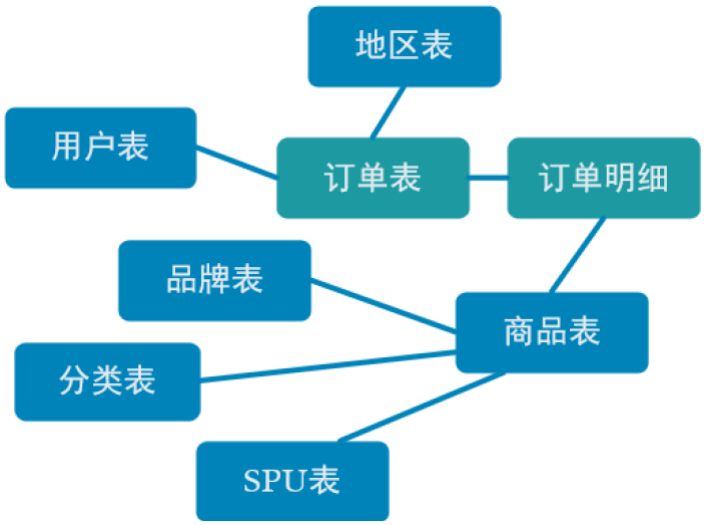
> > > `会话窗口` **VS** `Flink CEP`
> > >
> > > A, B, C分别代表一次单跳，字母之间的短杠数代表秒数，假设挑出时间阈值为10S
> > >
> > > 最后聚合的时候，窗口内只有一条数据的，为跳出数据。
> > >
> > > A - - - B - - - - - - - - - - - - C
> > >
> > > 10s内的会话窗口 有A和B两条跳出数据，但是会话窗口规定一条数据，这两条就都不算了。
> > >
> > > 会话窗口会明显地丢数据。

- 读取 `kafka ``dwd_page_log` 主题数据
    - 设置乱序流水位线，`1s`延时，事件时间指定为数据中的"`ts`"字段
- 定义`CEP`模式序列
    - 第一个事件：上一跳 `last_page_id` 为`null`
    - 第二个事件：上一跳 `last_page_id` 为`null`， 且匹配时间为`10s`(事件时间)
        - (第一个事件表明当前可能是跳出，第二个时间表明它确实是跳出，且控制了时间)
- 将`CEP`作用到流(`keyed Stream`)上

        - 提取匹配上的数据和超时数据
            - 超时数据(第一条来了，第二条超时了没来)，提取第一条。
                - 超时数据利用侧输出流接收
            - 匹配上数据(两条都来了)，提取第一条
        - 将两个流Union在一起
- 写入`kafka` `dwm_user_jump_detail`主题

订单宽表

> 围绕订单有很多维度统计需求：用户、地区、商品、品类、品牌等等。
>
> 为了统计计算方便，减少大表之间的关联，将围绕订单的相关数据整合成宽表。



- 事实数据和事实数据关联：订单表、订单明细表两个流之间的join
- 事实数据和维度数据关联：在流计算中查询维表，补充字段。
- 双流join
    - 滚动窗口join：窗口内两条流的所有排列组合方式
    - 滑动窗口join：类似滚动窗口，不过一条数据可能属于不同窗口，会输出多次
    - 会话窗口join：会话窗口时间不对齐，在设置了`gap`时，必须两个流同时满足超时时间才可以join
    - Interval join：**不需要开窗**，a join b 就是在a流的每一个元素开一个范围，和范围中的b流元素join
        - 在当前元素时间点前和后的数据 通过保存下来，然后和当前元素join
- 关联维表
    - 关联维表即通过主键的查询，HBase的查询速度不及流之间的join，外部数据源的查询通常是流式计算的性能瓶颈。
    - 优化策略：
        - 旁路缓存：任何请求优先访问缓存，未命中再去查询数据库，同时把结果写入缓存。(用Redis实现)
            - 缓存要设置过期时间，不然冷数据会常驻缓存浪费资源。
            - 要考虑维度数据是否会发生变化，发生变化要主动清除缓存。

> - 异步查询：默认情况下MapFunction，单个并行只能用同步方式去交互(将请求发给外部存储，IO阻塞，等待请求)。可以增加并行度，但是浪费资源。
>   - 可以利用异步IO，单个并行可以连续发送多个请求，哪个先返回就先处理哪个，从而连续的请求之间，不需要阻塞式等待，提高了效率。
>   - 异步查询是把维表查询托管给单独的线程池完成。

- 读取两张事实表的流 `dwd_order_info` 和 `dwd_order_detail`
  - 设置升序水位线，提取 `create_ts` 作为水印。
  - `双流join`成没有维度信息的流
    - 用的order_info 表 join order_detail 表
    - 两个流分别key by (order_id)，一定要做key by 就相当于表的联结条件
    - interval join 前5s 后5s
- 关联维表
  - 使用异步查询加速查询速度
  - 使用模板设计模式，让调用类去重写方法(getKey, join)
  - 关联 `用户`、`地区`、`SKU`、`SPU`、`品牌`、`品类` 维度
- 形成订单宽表，写出到 kafka `dwm_order_wide` 主题

支付宽表

> 支付表没有订单明细，支付金额没有细分到商品，没有办法统计商品级的支付情况
>
> 支付宽表 核心就是把支付表信息与订单宽表关联。

- 读取`kafka` `dwd_payment_info` 主题 和 `dwm_order_wide` 主题
  - 提取时间戳 生成水印
  - 双流`join interval (-15mins, 0)`
  - 形成支付宽表，写入`kafka`主题 `dwm_payment_wide`

DIM层

> 由`DWD`层的`BaseDBAPP`中 读取数据写入维表。

DWS层

> 定位：轻度聚合，因为DWS要应对很多实时查询，如果是完全明细那么查询的压力是非常大的。
>
> 将更多的实时数据以主题的方式组合起来便于管理，同时也能减少维度查询的次数。

访客主题宽表

> 这张宽表就是：维度+事实数据
>
> - 事实数据：PV，UV，跳出次数，进入页面数(session_count)，连续访问时长
> - 维度数据：渠道，地区，版本，新老用户进行聚合

- 读取 `kafka dwd_page_log(pv)` 主题 `dwm_unique_visit` 主题 `dwm_user_jump_detail` 主题
    - 处理成同样的`bean`，`union`三个流
        - 从`pv`主题 获得 访问人数、访问页面数(如果`last_page_id`为null 为1，否则为0）、停留时间
        - 从`uj`主题获得跳出人数
        - 从`uv`主题获得独立访问人数
        - 维度信息，分别从各自流的json对象中获得
    - 提取`ts`为时间戳，水印延迟`11s`
        - 因为`user_jump`的计算给了`1s`的水印延迟，而且`uj`计算要最长等待`10s`做出判断。
        - 由`dwd_page_log`计算`user_jump`，访客主题宽表又要用到`dwd_page_log`和`user_jump`两个流，当访客宽表给了`10s`的窗口，不延迟水印的话，等到`user_jump`计算出来，窗口早就关闭了。
        - 由于`user_jump`的计算特性，不得已延迟，降低时效性。
    - 按地区、渠道、品类、新老用户四个维度`key by`
        - 开`10s`的滚动窗口聚合(大屏刷新时间是`10s`)
        - 聚合采用`ReduceFunction`传入重写的`reduce`方法和`window`方法，用`reduce`增量聚合；最后由`window`方法全量聚合，全量聚合时不需要缓存全部状态。
        - `window()`可以获得窗口的开始时间和关闭时间，将这两个维度写入数据流的`stt`和`edt`中
    - 将主题宽表写入`ClickHouse`

商品主题宽表

> - 事实数据：
>   - `dwd_page_log` pv流 -> 点击 曝光
>   - `dwd_favor_info` favor流 -> 收藏
>   - `dwd_cart_info` cart流 -> 加入购物车
>   - `dwm_order_wide` order流-> 下单
>   - `dwm_payment_wide` pay流 -> 支付
>   - `dwd_order_refund_info` refund流 -> 退款
>   - `dwd_comment_info` comment流->评价
> - 维度数据：去`HBase`查
> - 由于`Bean`字段太多，这里用`建造者模式`。

- 读取`7`个流，转成统一格式，`union`

    - 提取时间戳，给`2s`的水印延时
    - 按`sku_id`分组
    - 分组开窗聚合，按`sku_id`分组，开`10s`的滚动窗口，(`reduce`传`window`增量聚合 + 全量聚合提供窗口信息)
- 先聚合再关联可以减少查询`Phoenix`的次数
- 关联维度信息
    - 异步查询
- 将数据写入`ClickHouse`，形成商品主题宽表

地图主题宽表

> 地区主题反映各个地区的销售情况，轻度聚合之后保存。

- 创建环境和表环境
    - 读取`dwm_order_wide`主题
    - 使用`DDL`创建表，提取时间戳生成水印
    - 分组开窗聚合，求订单数量和订单金额
- 将动态表转换为流
    - 追加流
- 写入`ClickHouse`，形成地区主题宽表

关键词主题宽表

> 服务于大屏的字符云，数据来源是用户在搜索栏的搜索，另外就是以商品为主题的统计中获取关键词。
>
> 搜索栏分词器：IK
>
> 分词是炸裂函数，这里要自定义UDTF

- 表环境
    - 读取`kafka`主题`dwd_page_log`
    - 通过ddl转换为表
    - 过滤数据，`last_page_id`为`search`并且搜索词`is not null`
- 注册UDTF函数，分词
    - ```
      tableEnv.createTemporarySystemFunction("split_words",
      SplitFunction.class);
      select word, rt from fullWordTable, lateral
      table(split_words(full_word));
      ```
    - lateral 用法和 Hive很像，搭配炸裂函数，一行变多行
- 分组开窗聚合
    - 按词分组，开10s滚动窗口
- 表转流
    - 追加流
- 写入ClickHouse
      ```