



IoTDB-Quality 用户文档

作者：数据质量组

组织：清华大学软件学院

时间：2021 年 3 月 17 日

目录

1	开始	1
1.1	概述	1
1.2	系统对标	1
1.3	常见问题	2
2	数据画像	3
2.1	Cov	3
2.2	Distinct	3
2.3	Histogram	3
2.4	Integral	3
2.5	Mad	3
2.6	Max	3
2.7	Mean	3
2.8	Median	3
2.9	Min	4
2.10	Mode	4
2.11	Percentile	4
2.12	Sample	4
2.13	Skew	4
2.14	Spread	4
2.15	Stddev	4
3	数据质量	5
3.1	Completeness	5
3.2	Consistency	7
3.3	Timeliness	9
3.4	Validity	12
4	数据修复	15
4.1	Fill	15
4.2	TimestampRepair	15
4.3	ValueRepair	15
5	数据匹配	16
5.1	DTW	16
5.2	Pearson	16

5.3	SeriesAlign	16
5.4	SeriesSimilarity	16
5.5	ValueAlign	16
6	异常检测	17
6.1	KSigma	17
6.2	LOF	18
6.3	Range	18
7	复杂事件处理	20
7.1	AND	20
7.2	EventMatching	20
7.3	EventNameRepair	20
7.4	EventTag	20
7.5	EventTimeRepair	20
7.6	MissingEventRecovery	20
7.7	SEQ	20

第 1 章 开始

1.1 概述

1.1.1 什么是 IoTDB-Quality

Apache IoTDB (Internet of Things Database) 是一个时序数据的数据管理系统，可以为用户提供数据收集、存储和分析等特定的服务。

对基于时序数据的应用而言，数据质量至关重要。**IoTDB-Quality** 基于 IoTDB 用户自定义函数 (UDF)，实现了一系列关于数据质量的函数，包括数据画像、数据质量评估与修复等，有效满足了工业领域对数据质量的需求。

1.1.2 快速开始

1. 下载包含全部依赖的 jar 包
2. 将 jar 包复制到 IoTDB 程序目录的 `ext\udf` 目录下
3. 在 IoTDB 中使用下面的 SQL 语句注册 UDF

```
create function completeness as 'cn.edu.thu.dquality.udf.UDTFCompleteness'
create function consistency as 'cn.edu.thu.dquality.udf.UDTFConsistency'
create function timeliness as 'cn.edu.thu.dquality.udf.UDFTimeliness'
create function validity as 'cn.edu.thu.dquality.udf.UDTFValidity'
create function percentile as 'cn.edu.thu.dquality.udf.UDAFPercentile'
```

1.2 系统对标

1.2.1 InfluxDB

InfluxDB 是一个流行的时序数据库。InfluxQL 是它的查询语言，其部分通用函数与数据画像相关。这些函数与 IoTDB-Quality 数据画像函数的对比如下（*Native* 指该函数已经作为 IoTDB 的 Native 函数实现，*Built-in UDF* 指该函数已经作为 IoTDB 的内建 UDF 函数实现）：

IoTDB-Quality 的数据画像函数	InfluxQL 的通用函数
<i>Native</i>	COUNT()
Distinct	DISTINCT()
Integral	INTEGRAL()
Mean	MEAN()
Median	MEDIAN()
Mode	MODE()
Spread	SPREAD()
Stddev	STDDEV()
<i>Native</i>	SUM()
<i>Built-in UDF</i>	BOTTOM()
<i>Native</i>	FIRST()
<i>Native</i>	LAST()
<i>Native</i>	MAX()
<i>Native</i>	MIN()
Percentile	PERCENTILE()
Sample	SAMPLE()
<i>Built-in UDF</i>	TOP()
Cov	
Histogram	
Pearson	
Skew	

1.3 常见问题

第 2 章 数据画像

2.1 Cov

2.2 Distinct

2.3 Histogram

2.4 Integral

2.5 Mad

2.5.1 函数简介

本函数用于计算单列数值型数据的近似绝对中位差，绝对中位差为所有数值与其中位数绝对偏移量的中位数，

如有数据集 {1,3,3,5,5,6,7,8,9}，其中位数为 5，所有数值与中位数的偏移量的绝对值为 {0,0,1,2,2,2,3,4,4}，其中位数为 2，故而原数据集的绝对中位差为 2。

函数名：MAD

输入序列：仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- **error**：近似绝对中位差的基于数值的误差百分比，如且 **error**=0.01，即精确绝对中位差为 a ，近似绝对中位差为 b ，则必然有以下不等式成立：

$$0.99a \leq b \leq 1.01a$$

输出序列：近似绝对中位差

2.6 Max

2.7 Mean

2.8 Median

2.8.1 函数简介

本函数用于计算单列数值型数据的近似中位数

函数名：PERCENTILE

输入序列：仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- **error**：近似中位数的基于排名的误差百分比，如 **error** =0.01，则计算出的中位数的真实排名百分比在 0.49~0.51 之间。

输出序列：近似中位数

2.9 Min

2.10 Mode

2.11 Percentile

2.11.1 函数简介

本函数用于计算单列数值型数据的近似分位数

函数名：PERCENTILE

输入序列：仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- **rank**：[0,1] 范围内浮点数，代表所求分位数在所有数据中的排名百分比，如当设为 0.5 时则计算中位数，默认值为 0.5。
- **error**：(0,1) 范围内浮点数，代表近似分位数的基于排名的误差百分比，如 **rank** =0.5 且 **error** =0.01，则计算出的分位数的真实排名百分比在 0.49~0.51 之间，默认值为 0.01。

输出序列：近似分位数

2.11.2 使用示例

输入序列：

	Time root.test.s0
[2021-03-17T10:32:17.054+08:00]	0.5319929
[2021-03-17T10:32:18.054+08:00]	0.9304316
[2021-03-17T10:32:19.054+08:00]	-1.4800133
[2021-03-17T10:32:20.054+08:00]	0.6114087
[2021-03-17T10:32:21.054+08:00]	2.5163336
[2021-03-17T10:32:22.054+08:00]	-1.0845392
[2021-03-17T10:32:23.054+08:00]	1.0562582
[2021-03-17T10:32:24.054+08:00]	1.3867859
[2021-03-17T10:32:25.054+08:00]	-0.45429882
[2021-03-17T10:32:26.054+08:00]	1.0353678
[2021-03-17T10:32:27.054+08:00]	0.7307929
[2021-03-17T10:32:28.054+08:00]	2.3167255
[2021-03-17T10:32:29.054+08:00]	2.342443

```
[2021-03-17T10:32:30.054+08:00| 1.5809103|
[2021-03-17T10:32:31.054+08:00| 1.4829416|
[2021-03-17T10:32:32.054+08:00| 1.5800357|
[2021-03-17T10:32:33.054+08:00| 0.7124368|
[2021-03-17T10:32:34.054+08:00| -0.78597564|
[2021-03-17T10:32:35.054+08:00| 1.2058644|
[2021-03-17T10:32:36.054+08:00| 1.4215064|
[2021-03-17T10:32:37.054+08:00| 1.2808295|
[2021-03-17T10:32:38.054+08:00| -0.6173715|
[2021-03-17T10:32:39.054+08:00| 0.06644377|
[2021-03-17T10:32:40.054+08:00| 2.349338|
[2021-03-17T10:32:41.054+08:00| 1.7335888|
[2021-03-17T10:32:42.054+08:00| 1.5872132|
.....
Total line number = 10000
```

用于查询的 SQL 语句:

```
select percentile(s0, "rank"="0.2", "error"="0.01") from root.test;
```

输出序列:

Time percentile(root.test.s0, "rank"="0.2", "error"="0.01")	
[2021-03-17T13:18:56.054+08:00	0.1801469624042511

2.12 Sample

2.13 Skew

2.14 Spread

2.15 Stddev

第 3 章 数据质量

3.1 Completeness

3.1.1 函数简介

本函数用于计算时间序列的完整性。将输入序列划分为若干个连续且不重叠的窗口，分别计算每一个窗口的完整性，并输出窗口第一个数据点的时间戳和窗口的完整性。

函数名：COMPLETENESS

输入序列：仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- window**：每一个窗口包含的数据点数目（一个大于 0 的整数），最后一个窗口的数据点数目可能会不足。缺省情况下，全部输入数据都属于同一个窗口。

输出序列：输出单个序列，类型为 DOUBLE，其中每一个数据点的值的范围都是 [0,1]。

提示：只有当窗口内的数据点数目超过 10 时，才会进行完整性计算。否则，该窗口将被忽略，不做任何输出。

3.1.2 使用示例

3.1.2.1 参数缺省

在参数缺省的情况下，本函数将会把全部输入数据都作为同一个窗口计算完整性。
输入序列：

Time root.test.d1.s1	
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	100.0
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	101.0
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00]	102.0
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00]	104.0
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00]	108.0
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00]	112.0
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00]	113.0
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00]	114.0
[2020-01-01T00:00:18.000+08:00]	116.0
[2020-01-01T00:00:20.000+08:00]	118.0
[2020-01-01T00:00:22.000+08:00]	120.0
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	124.0
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:30.000+08:00]	NaN

用于查询的 SQL 语句:

```
select completeness(s1) from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:00:30
```

输出序列:

	Time completeness(root.test.d1.s1)	
2020-01-01T00:00:02.000+08:00		0.875

3.1.2.2 指定窗口大小

在指定窗口大小的情况下，本函数会把输入数据划分为若干个窗口计算完整性。

输入序列:

	Time root.test.d1.s1
2020-01-01T00:00:02.000+08:00	100.0
2020-01-01T00:00:03.000+08:00	101.0
2020-01-01T00:00:04.000+08:00	102.0
2020-01-01T00:00:06.000+08:00	104.0
2020-01-01T00:00:08.000+08:00	126.0
2020-01-01T00:00:10.000+08:00	108.0
2020-01-01T00:00:14.000+08:00	112.0
2020-01-01T00:00:15.000+08:00	113.0
2020-01-01T00:00:16.000+08:00	114.0
2020-01-01T00:00:18.000+08:00	116.0
2020-01-01T00:00:20.000+08:00	118.0
2020-01-01T00:00:22.000+08:00	120.0
2020-01-01T00:00:26.000+08:00	124.0
2020-01-01T00:00:28.000+08:00	126.0
2020-01-01T00:00:30.000+08:00	NaN
2020-01-01T00:00:32.000+08:00	130.0
2020-01-01T00:00:34.000+08:00	132.0
2020-01-01T00:00:36.000+08:00	134.0
2020-01-01T00:00:38.000+08:00	136.0
2020-01-01T00:00:40.000+08:00	138.0
2020-01-01T00:00:42.000+08:00	140.0
2020-01-01T00:00:44.000+08:00	142.0
2020-01-01T00:00:46.000+08:00	144.0
2020-01-01T00:00:48.000+08:00	146.0
2020-01-01T00:00:50.000+08:00	148.0
2020-01-01T00:00:52.000+08:00	150.0

[2020-01-01T00:00:54.000+08:00]	152.0
[2020-01-01T00:00:56.000+08:00]	154.0
[2020-01-01T00:00:58.000+08:00]	156.0
[2020-01-01T00:01:00.000+08:00]	158.0

用于查询的 SQL 语句:

```
select completeness(s1,"window"="15") from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:01:00
```

输出序列:

Time completeness(root.test.d1.s1, "window"="15")
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00] 0.875
[2020-01-01T00:00:32.000+08:00] 1.0

3.2 Consistency

3.2.1 函数简介

本函数用于计算时间序列的一致性。将输入序列划分为若干个连续且不重叠的窗口，分别计算每一个窗口的一致性，并输出窗口第一个数据点的时间戳和窗口的时效性。

函数名: CONSISTENCY

输入序列: 仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数:

- **window**: 每一个窗口包含的数据点数目（一个大于 0 的整数），最后一个窗口的数据点数目可能会不足。缺省情况下，全部输入数据都属于同一个窗口。

输出序列: 输出单个序列，类型为 DOUBLE，其中每一个数据点的值的范围都是 [0,1]。

提示: 只有当窗口内的数据点数目超过 10 时，才会进行一致性计算。否则，该窗口将被忽略，不做任何输出。

3.2.2 使用示例

3.2.2.1 参数缺省

在参数缺省的情况下，本函数将会把全部输入数据都作为同一个窗口计算一致性。

输入序列:

Time root.test.d1.s1

[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	100.0]
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	101.0]
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00]	102.0]
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00]	104.0]
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00]	126.0]
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00]	108.0]
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00]	112.0]
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00]	113.0]
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00]	114.0]
[2020-01-01T00:00:18.000+08:00]	116.0]
[2020-01-01T00:00:20.000+08:00]	118.0]
[2020-01-01T00:00:22.000+08:00]	120.0]
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	124.0]
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	126.0]
[2020-01-01T00:00:30.000+08:00]	NaN]

用于查询的 SQL 语句:

```
select consistency(s1) from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:00:30
```

输出序列:

Time consistency(root.test.d1.s1)
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00] 0.9333333333333333]

3.2.2.2 指定窗口大小

在指定窗口大小的情况下, 本函数会把输入数据划分为若干个窗口计算一致性。

输入序列:

Time root.test.d1.s1
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00] 100.0]
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00] 101.0]
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00] 102.0]
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00] 104.0]
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00] 126.0]
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00] 108.0]
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00] 112.0]
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00] 113.0]
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00] 114.0]
[2020-01-01T00:00:18.000+08:00] 116.0]
[2020-01-01T00:00:20.000+08:00] 118.0]

[2020-01-01T00:00:22.000+08:00]	120.0]
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	124.0]
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	126.0]
[2020-01-01T00:00:30.000+08:00]	NaN]
[2020-01-01T00:00:32.000+08:00]	130.0]
[2020-01-01T00:00:34.000+08:00]	132.0]
[2020-01-01T00:00:36.000+08:00]	134.0]
[2020-01-01T00:00:38.000+08:00]	136.0]
[2020-01-01T00:00:40.000+08:00]	138.0]
[2020-01-01T00:00:42.000+08:00]	140.0]
[2020-01-01T00:00:44.000+08:00]	142.0]
[2020-01-01T00:00:46.000+08:00]	144.0]
[2020-01-01T00:00:48.000+08:00]	146.0]
[2020-01-01T00:00:50.000+08:00]	148.0]
[2020-01-01T00:00:52.000+08:00]	150.0]
[2020-01-01T00:00:54.000+08:00]	152.0]
[2020-01-01T00:00:56.000+08:00]	154.0]
[2020-01-01T00:00:58.000+08:00]	156.0]
[2020-01-01T00:01:00.000+08:00]	158.0]

用于查询的 SQL 语句:

```
select consistency(s1,"window"="15") from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:01:00
```

输出序列:

Time	consistency(root.test.d1.s1, "window"="15")
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	0.9333333333333333]
[2020-01-01T00:00:32.000+08:00]	1.0]

3.3 Timeliness

3.3.1 函数简介

本函数用于计算时间序列的时效性。将输入序列划分为若干个连续且不重叠的窗口，分别计算每一个窗口的时效性，并输出窗口第一个数据点的时间戳和窗口的时效性。

函数名: TIMELINESS

输入序列: 仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数:

- **window**: 每一个窗口包含的数据点数目（一个大于 0 的整数），最后一个窗口的数据点数目可能会不足。缺省情况下，全部输入数据都属于同一个窗口。

输出序列：输出单个序列，类型为 DOUBLE，其中每一个数据点的值的范围都是 [0,1]。

提示：只有当窗口内的数据点数目超过 10 时，才会进行时效性计算。否则，该窗口将被忽略，不做任何输出。

3.3.2 使用示例

3.3.2.1 参数缺省

在参数缺省的情况下，本函数将会把全部输入数据都作为同一个窗口计算时效性。

输入序列：

Time root.test.d1.s1	
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	100.0
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	101.0
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00]	102.0
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00]	104.0
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00]	108.0
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00]	112.0
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00]	113.0
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00]	114.0
[2020-01-01T00:00:18.000+08:00]	116.0
[2020-01-01T00:00:20.000+08:00]	118.0
[2020-01-01T00:00:22.000+08:00]	120.0
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	124.0
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:30.000+08:00]	NaN

用于查询的 SQL 语句：

```
select timeliness(s1) from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:00:30
```

输出序列：

Time timeliness(root.test.d1.s1)	
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	0.9333333333333333

3.3.2.2 指定窗口大小

在指定窗口大小的情况下，本函数会把输入数据划分为若干个窗口计算时效性。

输入序列：

Time root.test.d1.s1	
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	100.0
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	101.0
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00]	102.0
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00]	104.0
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00]	108.0
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00]	112.0
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00]	113.0
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00]	114.0
[2020-01-01T00:00:18.000+08:00]	116.0
[2020-01-01T00:00:20.000+08:00]	118.0
[2020-01-01T00:00:22.000+08:00]	120.0
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	124.0
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:30.000+08:00]	NaN
[2020-01-01T00:00:32.000+08:00]	130.0
[2020-01-01T00:00:34.000+08:00]	132.0
[2020-01-01T00:00:36.000+08:00]	134.0
[2020-01-01T00:00:38.000+08:00]	136.0
[2020-01-01T00:00:40.000+08:00]	138.0
[2020-01-01T00:00:42.000+08:00]	140.0
[2020-01-01T00:00:44.000+08:00]	142.0
[2020-01-01T00:00:46.000+08:00]	144.0
[2020-01-01T00:00:48.000+08:00]	146.0
[2020-01-01T00:00:50.000+08:00]	148.0
[2020-01-01T00:00:52.000+08:00]	150.0
[2020-01-01T00:00:54.000+08:00]	152.0
[2020-01-01T00:00:56.000+08:00]	154.0
[2020-01-01T00:00:58.000+08:00]	156.0
[2020-01-01T00:01:00.000+08:00]	158.0

用于查询的 SQL 语句:

```
select timeliness(s1, "window"="15") from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:01:00
```

输出序列:

Time timeliness(root.test.d1.s1, "window"="15")	
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	0.9333333333333333
[2020-01-01T00:00:32.000+08:00]	1.0

3.4 Validity

3.4.1 函数简介

本函数用于计算时间序列的有效性。将输入序列划分为若干个连续且不重叠的窗口，分别计算每一个窗口的有效性，并输出窗口第一个数据点的时间戳和窗口的有效性。

函数名： VALIDITY

输入序列： 仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- **window**：每一个窗口包含的数据点数目（一个大于 0 的整数），最后一个窗口的数据点数目可能会不足。缺省情况下，全部输入数据都属于同一个窗口。

输出序列： 输出单个序列，类型为 DOUBLE，其中每一个数据点的值的范围都是 [0,1]。

提示： 只有当窗口内的数据点数目超过 10 时，才会进行有效性计算。否则，该窗口将被忽略，不做任何输出。

3.4.2 使用示例

3.4.2.1 参数缺省

在参数缺省的情况下，本函数将会把全部输入数据都作为同一个窗口计算有效性。

输入序列：

Time root.test.d1.s1	
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	100.0
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	101.0
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00]	102.0
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00]	104.0
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00]	108.0
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00]	112.0
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00]	113.0
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00]	114.0
[2020-01-01T00:00:18.000+08:00]	116.0
[2020-01-01T00:00:20.000+08:00]	118.0
[2020-01-01T00:00:22.000+08:00]	120.0
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	124.0
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:30.000+08:00]	NaN

用于查询的 SQL 语句：


```
select validity(s1) from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:00:30
```

输出序列:

Time	validity(root.test.d1.s1)
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	0.8833333333333333]

3.4.2.2 指定窗口大小

在指定窗口大小的情况下，本函数会把输入数据划分为若干个窗口计算有效性。

输入序列:

Time	root.test.d1.s1
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	100.0]
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	101.0]
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00]	102.0]
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00]	104.0]
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00]	126.0]
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00]	108.0]
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00]	112.0]
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00]	113.0]
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00]	114.0]
[2020-01-01T00:00:18.000+08:00]	116.0]
[2020-01-01T00:00:20.000+08:00]	118.0]
[2020-01-01T00:00:22.000+08:00]	120.0]
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	124.0]
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	126.0]
[2020-01-01T00:00:30.000+08:00]	NaN]
[2020-01-01T00:00:32.000+08:00]	130.0]
[2020-01-01T00:00:34.000+08:00]	132.0]
[2020-01-01T00:00:36.000+08:00]	134.0]
[2020-01-01T00:00:38.000+08:00]	136.0]
[2020-01-01T00:00:40.000+08:00]	138.0]
[2020-01-01T00:00:42.000+08:00]	140.0]
[2020-01-01T00:00:44.000+08:00]	142.0]
[2020-01-01T00:00:46.000+08:00]	144.0]
[2020-01-01T00:00:48.000+08:00]	146.0]
[2020-01-01T00:00:50.000+08:00]	148.0]
[2020-01-01T00:00:52.000+08:00]	150.0]
[2020-01-01T00:00:54.000+08:00]	152.0]
[2020-01-01T00:00:56.000+08:00]	154.0]
[2020-01-01T00:00:58.000+08:00]	156.0]

[2020-01-01T00:01:00.000+08:00]	158.0
+-----+-----+	

用于查询的 SQL 语句:

```
select validity(s1,"window"="15") from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:01:00
```

输出序列:

+-----+-----+	
	Time validity(root.test.d1.s1, "window"="15")
+-----+-----+	
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	0.8833333333333333
[2020-01-01T00:00:32.000+08:00]	1.0
+-----+-----+	

第 4 章 数据修复

4.1 Fill

4.1.1 函数简介

函数名：FILL

输入序列：支持多维输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- **method**：“mean”指使用均值方法；“median”使用中值填补；“previous”指使用前值方法；“MICE”使用 multivariate imputation of chained equation 方法填补；“ARIMA”使用回归滑动平均方法（默认）；“KNN”使用 K 近邻方法；“EM”使用期望最大化方法；
- **regression**：当 method 指定为 mice 时使用，“lr”/“linear”表示线性回归，“rf”指随机森林；其他方式待完成中

输出序列：即修复后的多维序列。

4.2 TimestampRepair

4.3 ValueRepair

第 5 章 数据匹配

5.1 DTW

5.2 Pearson

5.3 SeriesAlign

5.4 SeriesSimilarity

5.5 ValueAlign

第 6 章 异常检测

6.1 KSigma

6.1.1 函数简介

本函数用于查找时间序列的 k 倍标准差分布异常。将根据提供的 k ，判断输入数据是否为超过 k -sigma 的极端分布，即分布异常，并输出所有异常点为新的时间序列。

函数名： KSIGMA

输入序列： 仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- **k**：确定极端分布时标准差 sigma 的倍数。

输出序列： 输出单个序列，类型为 DOUBLE。

提示： k 应大于 0，否则将不做输出。

6.1.2 使用示例

6.1.2.1 指定 k

输入序列：

Time root.test.d1.s1	
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	0.0
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	50.0
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00]	100.0
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00]	150.0
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00]	200.0
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00]	200.0
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00]	200.0
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00]	200.0
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00]	200.0
[2020-01-01T00:00:18.000+08:00]	200.0
[2020-01-01T00:00:20.000+08:00]	150.0
[2020-01-01T00:00:22.000+08:00]	100.0
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	50.0
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	0.0
[2020-01-01T00:00:30.000+08:00]	NaN

用于查询的 SQL 语句：

```
select ksigma(s1,"k"="1.0") from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:00:30
```

输出序列:

Time	ksigma(root.test.d1.s1,"k"="3.0")
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	0.0
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	50.0
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	50.0
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	0.0

6.2 LOF

6.3 Range

6.3.1 函数简介

本函数用于查找时间序列的范围异常。将根据提供的上界与下界，判断输入数据是否越界，即异常，并输出所有异常点为新的时间序列。

函数名: RANGE

输入序列: 仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数:

- **lower_bound**: 范围异常检测的下界。
- **upper_bound**: 范围异常检测的上界。

输出序列: 输出单个序列，类型为 DOUBLE。

提示: 应满足给定上界大于下界，否则将不做输出。

6.3.2 使用示例

6.3.2.1 指定上界与下界

输入序列:

Time	root.test.d1.s1
[2020-01-01T00:00:02.000+08:00]	100.0
[2020-01-01T00:00:03.000+08:00]	101.0
[2020-01-01T00:00:04.000+08:00]	102.0
[2020-01-01T00:00:06.000+08:00]	104.0
[2020-01-01T00:00:08.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:10.000+08:00]	108.0
[2020-01-01T00:00:14.000+08:00]	112.0
[2020-01-01T00:00:15.000+08:00]	113.0
[2020-01-01T00:00:16.000+08:00]	114.0

2020-01-01T00:00:18.000+08:00	116.0
2020-01-01T00:00:20.000+08:00	118.0
2020-01-01T00:00:22.000+08:00	120.0
2020-01-01T00:00:26.000+08:00	124.0
2020-01-01T00:00:28.000+08:00	126.0
2020-01-01T00:00:30.000+08:00	NaN

用于查询的 SQL 语句:

```
select range(s1,"lower_bound"="101.0","upper_bound"="125.0") from root.test.d1 where time <= 2020-01-01 00:00:30
```

输出序列:

Time	range(root.test.d1.s1,"lower_bound"="101.0","upper_bound"="125.0")
2020-01-01T00:00:02.000+08:00	100.0
2020-01-01T00:00:28.000+08:00	126.0

第 7 章 复杂事件处理

7.1 AND

7.1.1 函数简介

本函数用于查询时间序列中具有并行关系的模式匹配，并输出匹配的个数。

函数名：SEQ

输入序列：仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- **WITHIN**：匹配的时间序列的时间间隔的最大值。
- **ATLEAST**：匹配的时间序列的时间间隔的最小值。

输出序列：输出匹配的个数，类型为 INT32。

7.1.2 使用示例

TODO

7.2 EventMatching

7.3 EventNameRepair

7.4 EventTag

7.5 EventTimeRepair

7.6 MissingEventRecovery

7.7 SEQ

7.7.1 函数简介

本函数用于查询时间序列中具有顺序关系的模式匹配，并输出匹配的个数。

函数名：SEQ

输入序列：仅支持单个输入序列，类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数：

- **WITHIN**：匹配的时间序列的时间间隔的最大值。
- **ATLEAST**：匹配的时间序列的时间间隔的最小值。

输出序列：输出匹配的个数，类型为 INT32。

7.7.2 使用示例

TODO