



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 26 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	Distinct	3
2.2	Histogram	4
2.3	Integral	4
2.4	Mad	4
2.5	Max	4
2.6	Mean	4
2.7	Median	4
2.8	Min	5
2.9	Mode	5
2.10	Percentile	6
2.11	Sample	7
2.12	Skew	7
2.13	Spread	7
2.14	Percentile	8
3	数据质量	10
3.1	Completeness	10
3.2	Consistency	12
3.3	Timeliness	14
3.4	Validity	17
4	数据修复	20
4.1	Fill	20
4.2	TimestampRepair	20
4.3	ValueRepair	20
5	数据匹配	21
5.1	Cov	21
5.2	DTW	21
5.3	Pearson	21

5.4	SeriesAlign	21
5.5	SeriesSimilarity	21
5.6	ValueAlign	21
6	异常检测	22
6.1	KSigma	22
6.2	LOF	23
6.3	Range	23
7	复杂事件处理	25
7.1	AND	25
7.2	EventMatching	25
7.3	EventNameRepair	25
7.4	EventTag	25
7.5	EventTimeRepair	25
7.6	MissingEventRecovery	25
7.7	SEQ	25

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 包和注册脚本；
2. 将 jar 包复制到 IoTDB 程序目录的 `ext\udf` 目录下；
3. 运行 `sbin\start-server.bat`（在 Windows 下）或 `sbin\start-server.sh`（在 Linux 或 MacOS 下）以启动 IoTDB 服务器；
4. 将注册脚本复制到 IoTDB 的程序目录下，并运行注册脚本以注册 UDF。

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 Distinct

2.1.1 函数简介

本函数可以返回输入序列中出现的所有不同的值。

函数名：DISTINCT

输入序列：仅支持单个输入序列，类型可以是任意的

输出序列：输出单个序列，类型与输入相同。

提示：输出序列的时间戳是无意义的，且不保证输出顺序。

2.1.2 使用示例

输入序列：

Time root.test.d2.s2	
[2020-01-01T08:00:00.001+08:00]	Hello
[2020-01-01T08:00:00.002+08:00]	hello
[2020-01-01T08:00:00.003+08:00]	Hello
[2020-01-01T08:00:00.004+08:00]	World
[2020-01-01T08:00:00.005+08:00]	World

用于查询的 SQL 语句：

```
select distinct(s2) from root.test.d2
```

输出序列：

Time distinct(root.test.d2.s2)	
[1970-01-01T08:00:00.001+08:00]	Hello
[1970-01-01T08:00:00.002+08:00]	hello
[1970-01-01T08:00:00.003+08:00]	World

2.2 Histogram

2.3 Integral

2.4 Mad

2.4.1 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，则必然有不等式 $0.99a \leq b \leq 1.01a$ 成立。

输出序列：近似绝对中位差

2.5 Max

2.6 Mean

2.7 Median

2.7.1 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

2.8 Min

2.9 Mode

2.9.1 函数简介

本函数用于计算时间序列的众数，即出现次数最多的元素。

函数名： MODE

输入序列： 仅支持单个输入序列，类型可以是任意的。

输出序列： 输出单个序列，类型与输入相同，序列仅包含一个时间戳为 0、值为众数的数据点。

提示： 如果有多个出现次数最多的元素，将会输出最先出现的一个。

2.9.2 使用示例

输入序列：

Time	root.test.d2.s2
[1970-01-01T08:00:00.001+08:00]	Hello
[1970-01-01T08:00:00.002+08:00]	hello
[1970-01-01T08:00:00.003+08:00]	Hello
[1970-01-01T08:00:00.004+08:00]	World
[1970-01-01T08:00:00.005+08:00]	World
[1970-01-01T08:00:01.600+08:00]	World
[1970-01-15T09:37:34.451+08:00]	Hello
[1970-01-15T09:37:34.452+08:00]	hello
[1970-01-15T09:37:34.453+08:00]	Hello
[1970-01-15T09:37:34.454+08:00]	World
[1970-01-15T09:37:34.455+08:00]	World

用于查询的 SQL 语句：

```
select mode(s2) from root.test.d2
```

输出序列：

Time	mode(root.test.d2.s2)
[1970-01-01T08:00:00.000+08:00]	World

2.10 Percentile

2.10.1 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

2.10.2 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

2.11 Sample

2.12 Skew

2.13 Spread

2.13.1 函数简介

本函数用于计算时间序列的极差，即最大值减去最小值的结果。

函数名: SPREAD

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

输出序列: 输出单个序列，类型与输入相同，序列仅包含一个时间戳为 0、值为极差的数据点。

提示: 输入序列中的 NaN 将被忽略。

2.13.2 使用示例

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

输出序列:

Time spread(root.test.d1.s1	
1970-01-01T08:00:00.000+08:00	26.0

2.14 Stddev

2.14.1 函数简介

本函数用于计算单列数值型数据的总体标准差

函数名: STDDEV

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

输出序列: 总体标准差

2.14.2 使用示例

输入序列:

Time root.test.d1.s1	
2020-01-01T00:00:00.000+08:00	1.0
2020-01-01T00:00:01.000+08:00	2.0
2020-01-01T00:00:02.000+08:00	3.0
2020-01-01T00:00:03.000+08:00	4.0
2020-01-01T00:00:04.000+08:00	5.0
2020-01-01T00:00:05.000+08:00	6.0
2020-01-01T00:00:06.000+08:00	7.0

2020-01-01T00:00:07.000+08:00	8.0
2020-01-01T00:00:08.000+08:00	9.0
2020-01-01T00:00:09.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:10.000+08:00	11.0
2020-01-01T00:00:11.000+08:00	12.0
2020-01-01T00:00:12.000+08:00	13.0
2020-01-01T00:00:13.000+08:00	14.0
2020-01-01T00:00:14.000+08:00	15.0
2020-01-01T00:00:15.000+08:00	16.0
2020-01-01T00:00:16.000+08:00	17.0
2020-01-01T00:00:17.000+08:00	18.0
2020-01-01T00:00:18.000+08:00	19.0
2020-01-01T00:00:19.000+08:00	20.0
+-----+-----+	

用于查询的 SQL 语句:

```
select stddev(s1) from root.test.d1;
```

输出序列:

+-----+-----+	
	Time stddev(root.test.d1.s1)
+-----+-----+	
2020-01-01T00:00:19.000+08:00	5.7662812973353965
+-----+-----+	

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

4.2.1 函数简介

本函数用于时间戳的等间隔修复。将根据提供的参考时间间隔 k ，采用最小化修复代价修复成等间隔的时间序列；不给定的话，根据全局间隔中位数确定时间间隔。

函数名：TIMESTAMPREPAIR

输入序列：仅支持单个输入序列，数据类型无要求

参数：

- **k**：参考时间间隔，可选。

输出序列：输出单个序列。

4.3 ValueRepair

第 5 章 数据匹配

5.1 Cov

5.2 DTW

5.3 Pearson

5.4 SeriesAlign

5.5 SeriesSimilarity

5.6 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

6.2.1 函数简介

本函数使用局部离群点检测方法用于查找序列的密度异常。将根据提供的第 **k** 距离数及局部离群点因子 (lof) 阈值, 判断输入数据是否为离群点, 即异常, 并输出各点的判别结果。

函数名: LOF

输入序列: 多个输入序列, 类型为 INT32 / INT64 / FLOAT / DOUBLE

参数:

- **k**: 使用第 **k** 距离计算局部离群点因子。
- **threshold**: 判断输入数据为局部离群点的局部离群点因子的下界, 默认为 1。局部离群点因子大于 1 表明其密度低于附近点, 更可能为离群点。

输出序列: 输出单个序列, 类型为 BOOLEAN。

提示: 不完整的数据行会被忽略, 不参与计算, 也不标记为离群点。

6.2.2 使用示例

6.2.2.1 指定第 **k** 距离数

6.2.2.2 指定第 **k** 距离数与局部离群点因子阈值

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