

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4月2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	3
	2.3	Integral	5
	2.4	Mad	5
	2.5	Median	7
	2.6	Mode	8
	2.7	Percentile	9
	2.8	Sample	10
	2.9	Skew	12
	2.10	Spread	13
	2.11	Stddev	14
3	数据	质量	16
	3.1	Completeness	16
	3.2	Consistency	18
	3.3	Timeliness	20
	3.4	Validity	23
4	数据	修复	26
	4.1	Fill	26
	4.2	TimestampRepair	26
	4.3	ValueRepair	26
5	数据	匹配	28
	5.1	Cov	28
	5.2	DTW	28
	5.3	Pearson	28
	5.4	SeriesAlign	28
	5.5	SeriesSimilarity	28
	5.6	ValueAlign	28

		目录
6	异常	· 检测
	6.1	KSigma
	6.2	LOF
	6.3	Range
7	复杂	· 字件处理 32
	7.1	AND
	7.2	EventMatching
	7.3	EventNameRepair
	7.4	EventTag
	7.5	EventTimeRepair
	7.6	MissingEventRecovery
	7.7	SEQ

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
Native Native	COUNT()
Distinct	DISTINCT()
Integral	INTEGRAL()
Mean	MEAN()
Median	MEDIAN()
Mode	MODE()
Spread	SPREAD()
Stddev	STDDEV()
Native	SUM()
Built-in UDF	BOTTOM()
Native	FIRST()
Native	LAST()
Native	MAX()
Native	MIN()
Percentile	PERCENTILE()
Sample	SAMPLE()
Built-in UDF	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。

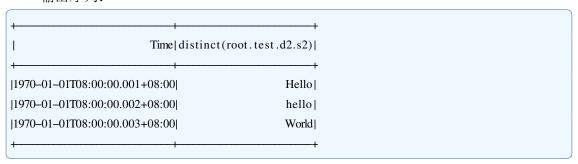
2.1.2 使用示例

输入序列:

用于查询的 SQL 语句:

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

输出序列:



2.2 Histogram

2.2.1 函数简介

本函数用于计算单列数值型数据的分布直方图。

函数名: HISTOGRAM

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

- start: 表示所求数据范围的下限,默认值为-Double.MAX_VALUE。
- end:表示所求数据范围的上限,默认值为 Double.MAX_VALUE,start 的值必须 小于或等于 end 。
- count:表示直方图分桶的数量,默认值为1,其值必须为正整数。

输出序列: 直方图分桶的值,其中第 i 个桶(从 1 开始计数)表示的数据范围下界为 start+(i-1)(end-start)/count,数据范围上界为 start+i(end-start)/count。

提示:如果某个数据点的数值小于 start,它会被放入第1个桶;如果某个数据点的数值大于 end,它会被放入最后1个桶。

2.2.2 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|
                                           7.01
|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 histogram(s1,"start"="1","end"="20","count"="10") from root.test.d1
```

输出序列:

```
Time|histogram(root.test.d1.s1, "start"="1", "end"="20", "count"="10")|
|1970-01-01T08:00:00.000+08:00|
                                                                                                 2|
|1970-01-01T08:00:00.001+08:00|
                                                                                                 21
|1970-01-01T08:00:00.002+08:00|
                                                                                                 21
|1970-01-01T08:00:00.003+08:00|
                                                                                                 2|
|1970-01-01T08:00:00.004+08:00|
                                                                                                 21
|1970-01-01T08:00:00.005+08:00|
                                                                                                 21
|1970-01-01T08:00:00.006+08:00|
                                                                                                 2|
|1970-01-01T08:00:00.007+08:00|
                                                                                                 21
|1970-01-01T08:00:00.008+08:00|
                                                                                                 21
|1970-01-01T08:00:00.009+08:00|
                                                                                                 2|
```

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或精确绝对中位差,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,取值范围为[0,1],默认值为0。 如当 error =0.01 时,记精确绝对中位差为a,近似绝对中位差为b,不等式0.99a <= b <= 1.01a 成立。当 error =0 时,计算结果为精确绝对中位差。

输出序列: 近似绝对中位差

2.4.2 使用示例

2.4.2.1 精确查询

输入序列:

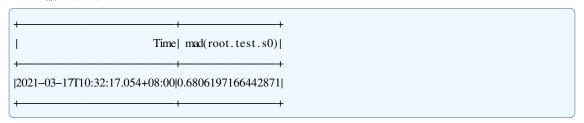
当 error 参数缺省或为 0 时,本函数计算精确绝对中位差。

| 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|
|2021-03-17Г10:32:24.054+08:00|
                                 1.3867859
|2021-03-17T10:32:25.054+08:00| -0.45429882|
|2021-03-17T10:32:26.054+08:00|
                                 1.0353678
|2021-03-17Г10:32:27.054+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
|2021-03-17Г10:32:37.054+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
```

```
select mad(s0) from root.test
```

输出序列:

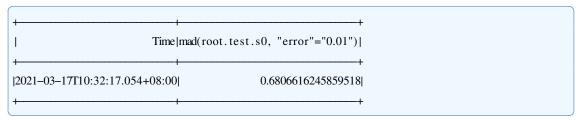


2.4.2.2 近似查询

当 error 参数取值不为 0 时,本函数计算近似绝对中位差。输入序列同上,用于查询的 SQL 语句如下:

```
select mad(s0, "error"="0.01") from root.test
```

输出序列:



2.5 Median

2.5.1 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: MEDIAN

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

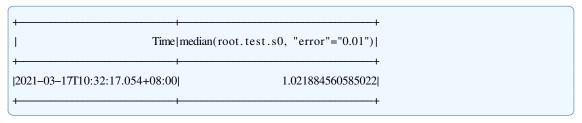
2.5.2 使用示例

+	+
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
2021-03-17Г10:32:20.054+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

```
|2021-03-17Г10:32:35.054+08:00|
                               1.2058644|
|2021-03-17Г10:32:36.054+08:00|
                                1.4215064
|2021-03-17Г10:32:37.054+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
|2021-03-17Г10:32:41.054+08:00|
                                1.7335888
|2021-03-17T10:32:42.054+08:00|
                               1.5872132
Total line number = 10000
```

```
select median(s0, "error"="0.01") from root.test
```

输出序列:



2.6 Mode

2.6.1 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。

2.6.2 使用示例

```
| Time|root.test.d2.s2|

| Hello|

| 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|

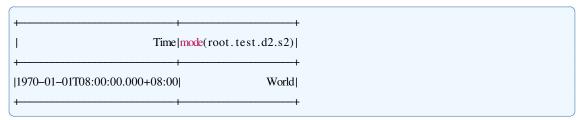
| 1970-01-01T08:00:00.004+08:00| World|

| 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
	+

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

输出序列:



2.7 Percentile

2.7.1 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

2.7.2 使用示例

```
|2021-03-17T10:32:20.054+08:00|
                                 0.6114087
|2021-03-17T10:32:21.054+08:00|
                                 2.5163336
                                -1.0845392|
|2021-03-17T10:32:22.054+08:00|
|2021-03-17Г10:32:23.054+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
|2021-03-17Г10:32:27.054+08:00|
                                 0.7307929
|2021-03-17Г10:32:28.054+08:00|
                                 2.3167255
|2021-03-17T10:32:29.054+08:00|
                                  2.342443|
|2021-03-17Г10:32:30.054+08:00|
                                 1.5809103
|2021-03-17T10:32:31.054+08:00|
                                 1.4829416
|2021-03-17T10:32:32.054+08:00|
                                 1.5800357|
|2021-03-17Г10:32:33.054+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
|2021-03-17Г10:32:37.054+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|
|2021-03-17Г10:32:41.054+08:00|
                                1.7335888
|2021-03-17T10:32:42.054+08:00|
                                 1.5872132
Total line number = 10000
```

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

输出序列:

2.8 Sample

2.8.1 函数简介

本函数对输入序列进行采样,即从输入序列中选取指定数量的数据点并输出。目前,本函数支持两种采样方法:**蓄水池采样法**(reservoir sampling)对数据进行随机采样,所有数据点被采样的概率相同;**等距采样法**(isometric sampling)按照相等的索引间隔对数据进行采样。

函数名: SAMPLE

输入序列: 仅支持单个输入序列, 类型可以是任意的。

参数:

- method: 采样方法,取值为'isometric'或'reservoir'。在缺省情况下,采用等距采样法。
- k: 采样数,它是一个正整数,在缺省情况下为1。

输出序列:输出单个序列,类型与输入序列相同。该序列的长度为采样数,序列中的每一个数据点都来自于输入序列。

提示: 如果采样数大于序列长度,那么输入序列中所有的数据点都会被输出。

2.8.2 使用示例

2.8.2.1 等距采样

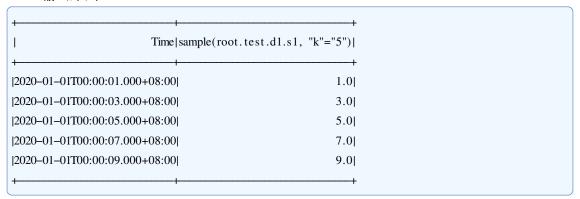
当 method 参数为'isometric' 或缺省时,采用等距采样法对输入序列进行采样。输入序列:

	Time	root.test.d1.s1
1		+
2020-01-01T00:00:01.000+0	08:00	1.0
2020-01-01T00:00:02.000+0	08:00	2.0
2020-01-01T00:00:03.000+0	00:80	3.0
2020-01-01T00:00:04.000+0	00:80	4.0
2020-01-01T00:00:05.000+0	00:80	5.0
2020-01-01T00:00:06.000+0	00:80	6.0
2020-01-01T00:00:07.000+0	08:00	7.0
2020-01-01T00:00:08.000+0	00:80	8.0
2020-01-01T00:00:09.000+0	00:80	9.0
2020-01-01T00:00:10.000+0	00:80	10.0

用于查询的 SQL 语句:

```
select sample(s1, 'k'='5') from root.test.dl
```

输出序列:



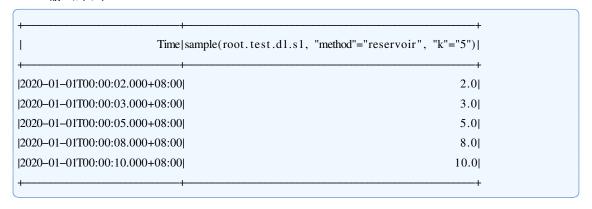
2.8.2.2 蓄水池采样

当 method 参数为'reservoir' 时,采用蓄水池采样法对输入序列进行采样。由于该采样方法具有随机性,下面展示的输出序列只是一种可能的结果。

输入序列同上,用于查询的 SQL 语句如下:

```
select sample(s1, 'method'='reservoir', 'k'='5') from root.test.dl
```

输出序列:



2.9 Skew

2.9.1 函数简介

本函数用于计算单列数值型数据的总体偏度

函数名: SKEW

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

输出序列: 总体偏度

2.9.2 使用示例

```
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	10.0
2020-01-01T00:00:11.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:12.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:13.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:14.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:15.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:16.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:17.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:18.000+08:00	10.0
2020-01-01T00:00:19.000+08:00	10.0
+	+

```
select skew(s1) from root.test.d1
```

输出序列:



2.10 Spread

2.10.1 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。

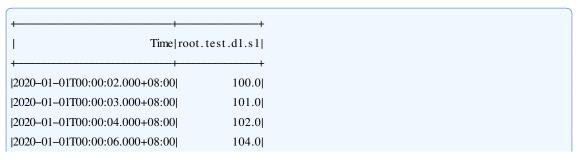
函数名: SPREAD

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。

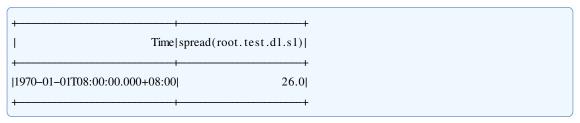
2.10.2 使用示例



2020-01-01T00:00:30.000+08:00 	NaN +
[2020-01-01T00:00:28.000+08:00]	126.0
[2020-01-01T00:00:26.000+08:00]	124.0
2020-01-01T00:00:22.000+08:00	120.0
2020-01-01T00:00:20.000+08:00	118.0
2020-01-01T00:00:18.000+08:00	116.0
2020-01-01T00:00:16.000+08:00	114.0
2020-01-01T00:00:15.000+08:00	113.0
2020-01-01T00:00:14.000+08:00	112.0
2020-01-01T00:00:10.000+08:00	108.0
2020-01-01T00:00:08.000+08:00	126.0

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

输出序列:



2.11 Stddev

2.11.1 函数简介

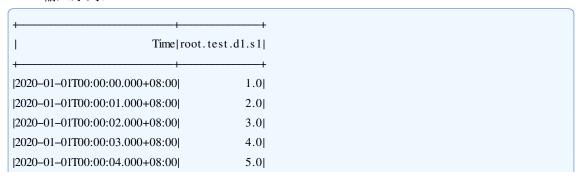
本函数用于计算单列数值型数据的总体标准差。

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:输出单个序列,类型为 DOUBLE。序列仅包含一个时间戳为 0、值为总体标准差的数据点。

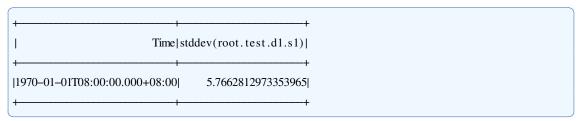
2.11.2 使用示例



```
|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
```

```
select stddev(s1) from root.test.dl
```

输出序列:



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]。

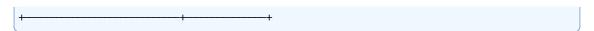
提示: 只有当窗口内的数据点数目超过 10 时,才会进行完整性计算。否则,该窗口将被忽略,不做任何输出。

3.1.2 使用示例

3.1.2.1 参数缺省

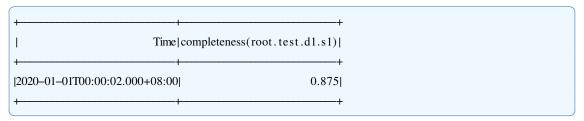
在参数缺省的情况下,本函数将会把全部输入数据都作为同一个窗口计算完整性。 输入序列:

+ +	+
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



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

输出序列:



3.1.2.2 指定窗口大小

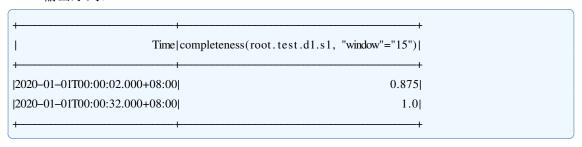
在指定窗口大小的情况下,本函数会把输入数据划分为若干个窗口计算完整性。 输入序列:

Time	e root.test.d1.s1
2020-01-01T00:00:02.000+08:0	0 100.0
2020-01-01T00:00:03.000+08:0	
2020-01-01T00:00:04.000+08:0	
2020-01-01T00:00:06.000+08:0	
 2020-01-01T00:00:08.000+08:0	
2020-01-01T00:00:10.000+08:0	0 108.0
2020-01-01T00:00:14.000+08:0	0 112.0
2020-01-01T00:00:15.000+08:0	0 113.0
2020-01-01T00:00:16.000+08:0	0 114.0
2020-01-01T00:00:18.000+08:0	0 116.0
2020-01-01T00:00:20.000+08:0	0 118.0
2020-01-01T00:00:22.000+08:0	0 120.0
2020-01-01T00:00:26.000+08:0	0 124.0
2020-01-01T00:00:28.000+08:0	0 126.0
2020-01-01T00:00:30.000+08:0	0 NaN
2020-01-01T00:00:32.000+08:0	0 130.0
2020-01-01T00:00:34.000+08:0	0 132.0
2020-01-01T00:00:36.000+08:0	0 134.0
2020-01-01T00:00:38.000+08:0	0 136.0
2020-01-01T00:00:40.000+08:0	0 138.0
2020-01-01T00:00:42.000+08:0	0 140.0
2020-01-01T00:00:44.000+08:0	0 142.0
2020-01-01T00:00:46.000+08:0	0 144.0
2020-01-01T00:00:48.000+08:0	0 146.0
2020-01-01T00:00:50.000+08:0	0 148.0

2020-01-01T00:00:54.000+08	3:00 152.0
2020-01-01T00:00:56.000+08	3:00 154.0
2020-01-01T00:00:58.000+08	3:00 156.0
2020-01-01T00:01:00.000+08	3:00 158.0
+	

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

输出序列:



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

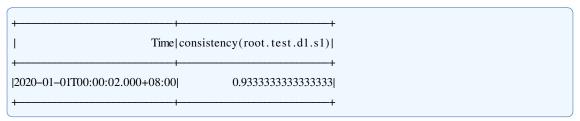
在参数缺省的情况下,本函数将会把全部输入数据都作为同一个窗口计算一致性。 输入序列:



```
|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|
```

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

输出序列:



3.2.2.2 指定窗口大小

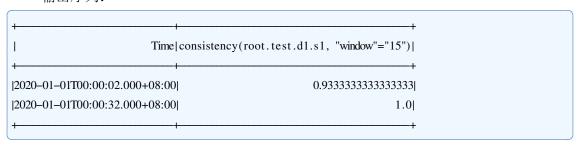
在指定窗口大小的情况下,本函数会把输入数据划分为若干个窗口计算一致性。 输入序列:

```
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
```

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

输出序列:



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。

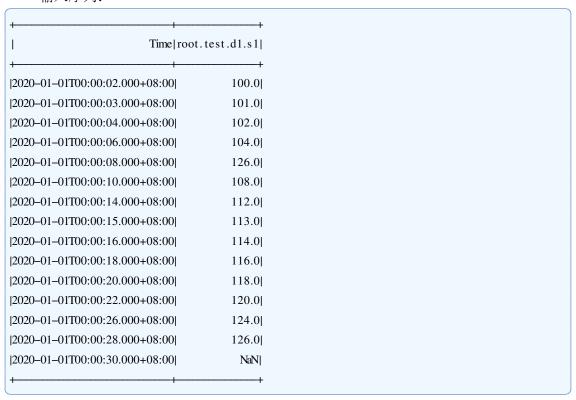
输出序列: 输出单个序列,类型为 DOUBLE,其中每一个数据点的值的范围都是 [0,1]。

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

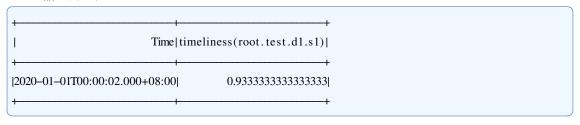
在参数缺省的情况下,本函数将会把全部输入数据都作为同一个窗口计算时效性。 输入序列:



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:



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
1	

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

输出序列:



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

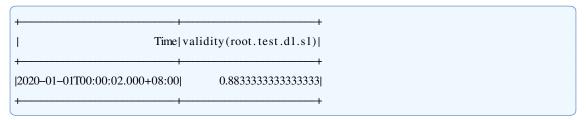
在参数缺省的情况下,本函数将会把全部输入数据都作为同一个窗口计算有效性。 输入序列:

+	+
Time	root.test.d1.s1
+	++
2020-01-01T00:00:02.000+08:0	0 100.0
2020-01-01T00:00:03.000+08:0	0 101.0
2020-01-01T00:00:04.000+08:0	0 102.0
2020-01-01T00:00:06.000+08:0	0 104.0
2020-01-01T00:00:08.000+08:0	0 126.0
2020-01-01T00:00:10.000+08:0	0 108.0
2020-01-01T00:00:14.000+08:0	0 112.0
2020-01-01T00:00:15.000+08:0	0 113.0
2020-01-01T00:00:16.000+08:0	0 114.0
2020-01-01T00:00:18.000+08:0	0 116.0
2020-01-01T00:00:20.000+08:0	0 118.0
2020-01-01T00:00:22.000+08:0	0 120.0
2020-01-01T00:00:26.000+08:0	0 124.0
2020-01-01T00:00:28.000+08:0	0 126.0
2020-01-01T00:00:30.000+08:0	O NaN
+	++

用于查询的 SQL 语句:

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

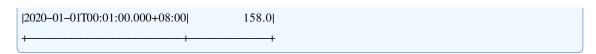
输出序列:



3.4.2.2 指定窗口大小

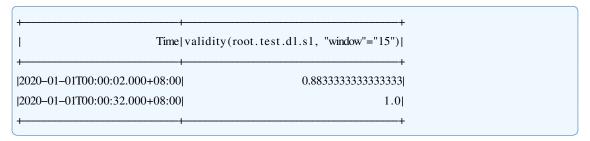
在指定窗口大小的情况下,本函数会把输入数据划分为若干个窗口计算有效性。 输入序列:

+	
Time root.	test.d1.s1
+	100.01
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
01 01100.00.000100.00	150.0



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

输出序列:



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

4.3.1 函数简介

本函数用于对时间序列的数值进行修复。目前,本函数支持两种修复方法: Screen 是一种基于速度阈值的方法,在最小改动的前提下使得所有的速度符合阈值要求; LsGreedy 是一种基于速度变化似然的方法,将速度变化建模为高斯分布,并采用贪心算法极大化似然函数。

函数名: VALUEREPAIR

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

参数:

- method: 修复时采用的方法,取值为'Screen'或'LsGreedy'。在缺省情况下,使用 Screen 方法进行修复。
- minSpeed: 该参数仅在使用 Screen 方法时有效。当速度小于该值时会被视作数值 异常点加以修复。在缺省情况下为中位数减去三倍绝对中位差。
- maxSpeed: 该参数仅在使用 Screen 方法时有效。当速度大于该值时会被视作数值 异常点加以修复。在缺省情况下为中位数加上三倍绝对中位差。
- center: 该参数仅在使用 LsGreedy 方法时有效。对速度变化分布建立的高斯模型的中心。在缺省情况下为 0。
- **sigma**: 该参数仅在使用 LsGreedy 方法时有效。对速度变化分布建立的高斯模型的标准差。在缺省情况下为绝对中位差。

输出序列:输出单个序列,类型与输入序列相同。该序列是修复后的输入序列。

提示: NaN 在修复之前会先进行线性插值填补。

4.3.2 使用示例

- 4.3.2.1 使用 Screen 方法进行修复
- 4.3.2.2 使用 LsGreedy 方法进行修复

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 SOL 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

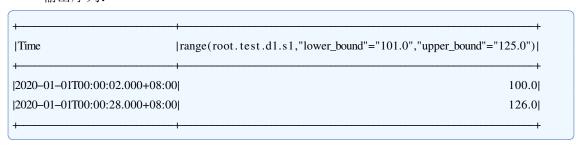
输入序列:

```
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:



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: SEO

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