

ICS 号

中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

T/GLAC XXXXX.4-2021

---

## 室内定位系统：第4部分 室内电磁波指纹数据库的建设和更新

Construction and Update of Indoor Electromagnetic Wave Fingerprint Database

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

---

中国卫星导航定位协会 发

# 目 次

前 言.....	3
引 言.....	4
1 范围.....	5
2 规范性引用文件.....	5
3 规范通用术语和定义.....	5
3.1 数据库通用基础术语.....	5
3.2 时空基准与定位导航基础术语.....	7
4 缩略语.....	8
5 电磁波指纹数据库建设与更新.....	9
5.1 指纹数据表设计.....	9
5.1.1 数据表概念设计.....	9
5.1.2 数据采集终端与服务器的接口设计.....	9
5.2 通用数据增删规则.....	10
5.3 数据库插值.....	10
附录 A.....	11

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规划》给出的规则起草，主要分为 5 部分：

- 第 1 部分：标准规定的内容与范围
- 第 2 部分：规范性引用文件（已发布）
- 第 3 部分：通用术语和定义
- 第 4 部分：缩略术语
- 第 5 部分：室内电磁波指纹数据库建设与更新

本文件属于室内定位领域，主要用于规范室内电磁波指纹数据库建设与更新等方面技术。

本文件由中国卫星导航定位协会归口。

本文件起草单位：中国矿业大学、北京航空航天大学、中国电子科技集团公司第 54 研究所、山东建筑大学、卫星导航系统与装备国家重点实验室

本文件主要起草人：汪云甲、蔚保国、赵龙、李增科、毕京学、李隼、黄璐、陶冶、孙猛、杨宏超。

## 引 言

随着室内定位技术的不断发展,基于电磁波指纹数据库的室内定位技术以易实现、精度较高等优势已被广泛研究与应用。指纹定位技术依赖的无线信号包括 Wi-Fi、BLE、Zigbee、RFID 蜂窝网络、伪卫星等,种类繁多且构建指纹库使用的规范不标准,数据结构不统一,数据共享和相互协作困难,存在数据冗余并造成资源浪费,阻碍室内定位技术的发展。对比国内外相关研究,目前室内电磁波指纹数据库建设与更新存在以下问题:

- 1) 不同数据表概念、逻辑设计和物理设计不同,导致参考数据利用率低;
- 2) 不同电磁波数据属性不同,不同信号源使用相同数据表导致运行效率低;

针对上述问题,对照国内外已有相关标准,援引相关规范性文件,本文件主要在室内电磁波指纹数据表结构、更新及增删规则等方面进行规范定义,旨在对室内位置服务产品制定相关标准,实现室内电磁波数据库的标准化产出,加快电磁波数据在室内定位的推广应用。本文件属于室内定位领域,有利于规范我国室内定位领域电磁波指纹数据库的建设及更新。

# 室内电磁波指纹数据库的建设与更新

## 1 范围

本文件规定了室内电磁波指纹数据表结构及概念格式、增删及更新的相关规则。

本文件适用于室内定位电磁波指纹数据库的建设、管理、应用及产业化，以及相关标准的制定。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的编制必不可少。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订版）适用于本文件。

GB/T 8567-2006 计算机软件文档编制规范

GB/T 5271.17-2010 信息技术 词汇 第 17 部分：数据库

GB/T 13725-2019 建立术语数据库的一般原则与方法

GB/T 29842-2013 卫星导航定位系统的时间系统

BD 110001-2015 北斗卫星导航术语

TD/T 1828-2016 移动通信终端室内定位技术要求和测试方法

## 3 规范通用术语和定义

GB/T 5271.17-2010、GB/T 13725-2019、GB/T 29842-2013、BD 110001-2015 界定的下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 数据库通用基础术语

#### 3.1.1

##### **数据库 database**

按概念结构组织的数据集合，其概念结构描述这些数据的特征及其对应实体间的联系。

#### 3.1.2

##### **数据库管理系统 database management system**

基于硬件和软件，用于定义、建立、操纵、控制、管理和使用数据库的系统。

#### 3.1.3

##### **数据对象 data object**

看作一个单位并表示已知或假定已知的数据结构的实例的离散数据。

#### 3.1.4

##### **数据描述 data description**

对某一数据元素与其他出现该数据元素的名称和字的数据结构的形式化描述。

#### 3.1.5

**数据属性 data attribute**

数据的一种命名的性质。

3.1.6

**数据属性值 data attribute value**

数据属性的特定出现值。

3.1.7

**数据属性关系 data attribute relationship**

数据各属性的一种关联关系。

3.1.8

**数据属性描述 data attribute description**

对于实体属性具体描述。

3.1.9

**数据属性类型 data attribute types**

实体属性的数据类型。

3.1.10

**辅助数据 assistance data**

提供给电磁波数据库建设更新的信息。

3.1.11

**地图数据 map data**

包括墙体、门、电梯、距地面高度、楼层数、房间号、建筑材料等信息的建筑平面图，并且同时关联了其他信息如定位标识点、定位控制点等。

3.1.12

**数据库文件组织 file organization**

实现对数据库中数据的安排与存取，使之都符合特别文件及其记录的数据结构，并将此文件规定为数据库的组成部分。

3.1.13

**主键 primary key**

用于某段记录的唯一标识，在多个文件的关系中，用来在一个文件中引用另一个文件中的特定记录，不可重复，不可为空。

3.1.14

**辅键 secondary key**

不属于主键，并可表征多个记录的键。

3.1.15

**唯一键 unique key**

避免添加重复数据，将永不重复的某字段设置为唯一键。

3.1.16

**数据前像 data before-image**

某段数据或某电磁波数据库在单次修改前的备份副本。

3.1.17

**数据后像 data after-image**

某段数据或某电磁波数据库在单次修改后的备份副本。

3.1.18

**数据库恢复 database recovery**

利用数据备份文件或后像等技术手段,对某个电磁波数据库或电磁波数据库某部分进行复原操作。

#### 3.1.19

##### **数据库重新启动 database restart**

数据库从错误状态恢复为正常状态后的启动。

#### 3.1.20

##### **数据库预启动 database pre-start**

数据库不做数据前像或数据后像操作的预处理启动。

#### 3.1.21

##### **数据库启动 database start**

数据库采取数据前像和数据后像的完全启动。

#### 3.1.22

##### **数据库重构 database restructuring**

根据电磁波数据库的信息以及数据库系统的实际运行状态,对数据库的逻辑结构进行更改。

#### 3.1.23

##### **数据库重组 database reorganization**

根据数据库的实际数据结构,或旨在高效率利用存储空间,加快数据访问速度,而对数据库的存储组织所做的更改。

#### 3.1.24

##### **数据库自由空间管理 database free-space administration**

对电磁波数据库可用存储空间的支配与管理的过程。

#### 3.1.25

##### **关系结构 relational structure**

数据按照各种关系安排到的数据结构。

#### 3.1.26

##### **关系模型 relational model**

结构基于一组关系的数据模型。

#### 3.1.27

##### **规范化(用于数据库) normalization(in database)**

为支持参照完整性,将某一关系转换为一个或多个简单的、没有属性冗余或不一致性的关系的过程。

#### 3.1.28

##### **游标(用于数据库) cursor(in database)**

在关系数据库中,一种指向某一表中的一行,用于在该表内移动的指针。

#### 3.1.29

##### **记录(用于数据库) record(in database)**

一个作为某一记录类型的一个实例的数据对象。

## 3.2 时空基准与定位导航基础术语

### 3.2.1

#### **时间尺度 time-scale**

一个表明事件发生的明确顺序的系统,含时刻原点、时间间隔和可能引入的修正等。也称时间基准(time datum)

### 3.2.2

#### **协调世界时 coordinated universal time(UTC)**

由国际计量局(BIPM)和国际地球自转服务机构(IERS)保持的时间尺度。它的速率与TAI 速率完全一致，但在时刻上与TAI 相差若干整秒，与世界时之差保持在0.9 秒之内。

### 3.2.3

#### **时间同步 time synchronization**

通过不同时间源之间的测量、比对和调整，实现时间相互一致的过程。

### 3.2.4

#### **定位 positioning**

利用测量信息确定用户位置的过程或技术。

### 3.2.5

#### **室内位置 indoor location**

室内场景下的一个物理点的位置表征，包括水平和垂直方向的相对或绝对位置。

### 3.2.6

#### **导航 navigation**

引导（规划、记录和控制）各种运载体（飞机、船舶、车辆等）和人员从一个位置点到另一个位置点的过程，或指与该过程有关的科学与技术。

### 3.2.7

#### **无线电定位 radio positioning**

通过测定无线电波传播时间、相位差或多普勒频移以确定待定点位置的测量技术和方法。

### 3.2.8

#### **无线电导航 radio navigation**

利用无线电信号作为观测源的导航技术。

## **4 缩略语**

下列缩略语适用于本文件。

Wi-Fi——Wireless Fidelity，无线保真

MAC——Media Access Control，多媒体访问控制，又称物理地址

RSSI——Received Signal Strength Indication，接收的信号强度指示

PK——Primary Key，主键

AP——Access Point，接入点

CP——Carrier Phase，载波相位

CPD——Carrier Phase Difference，载波相位差

SNR——Signal-Noise Ratio，信噪比

LAC——Location Area Code，地区区域码



## 5 电磁波指纹数据库建设与更新

室内电磁波信号包括：Wi-Fi、BLE、RFID、Zigbee、伪卫星以及蜂窝网络等，基于这些电磁波信号的各类指纹数据表格式具有共同之处，现针对通用数据表及各类指纹特征数据进行设计与定义。不同类型指纹数据表的说明如下：

### 1) 指纹数据表中的属性“类别”及对应属性值和指纹特征数据

类别	Wi-Fi	蓝牙	RFID	Zigbee	伪卫星	蜂窝网络
属性值	W	B	R	Z	P	C
指纹特征	MAC、RSSI		SNR、CPD		LAC、RSSI	

在实际构建室内电磁波指纹数据库时，可根据定位场景中电磁波的种类进行构建；

### 5.1 指纹数据表设计

#### 5.1.1 数据表概念设计

指纹数据表（序号，类别，位置坐标 X，位置坐标 Y，指纹获取朝向，楼层，MAC 地址/LAC/信噪比，RSSI 值/载波相位差，指纹数据状态，生效日期，失效日期）。



图 1 指纹数据表概念设计图

#### 5.1.2 数据采集终端与服务器的接口设计

接口应具有下面的部分或者全部功能：

- 数据采集终端通过此接口向云端数据库传输全量指纹数据表。
- 传送辅助指纹定位的数据。
- 可支持以增量形式上传数据，状态为‘1’是有效指纹库数据；状态为‘0’是无效指纹库数据。
- 支持移动定位终端请求访问数据库并返回指纹检索数据与结果。
- 传送隐私、安全相关的数据。

接口单元属性列表：

表 1 指纹数据接口单元属性列表

属性编码	属性名称	属性描述	属性类型	备注
00	序号	唯一标识记录在数据文件中的行号	Int(8)	整型，8 位
01	类型	标识指纹数据类型	Char(4)	字符型，4 位
02	位置坐标 X	指纹库采集点的 X 轴坐标值	Float(8)	浮点型，8 位
03	位置坐标 Y	指纹库采集点的 Y 轴坐标值	Float(8)	浮点型，8 位
04	指纹获取朝向	采集指纹库时，采集单元的朝向	Float(8)	浮点型，8 位
05	楼层	采集指纹库时的位置所在楼层	Float(8)	浮点型，8 位
06	MAC	信号基站的 MAC 地址	Char(18)	字符型，18 位

07	LAC	蜂窝网络定位中的地区区域码	Char(18)	字符型，18 位
08	载噪比	衡量载波与载波噪音关系的尺度	Float(8)	浮点型，8 位
09	RSSI 值	终端采集的信号强度值	Float(8)	浮点型，8 位
10	载波相位差	区域内不同伪卫星的载波相位差	Float(8)	浮点型，8 位
11	指纹数据状态	1：生效；0：失效	Char(1)	字符型，1 位
12	生效日期	指纹数据生效日期	Date	yyyy-MM-DD hh:mm:ss
13	失效日期	指纹数据失效日期	Date	yyyy-MM-DD hh:mm:ss

## 5.2 通用数据增删规则

### (1) 增删条件

- 信号发射端故障或移出定位区域需删除对应指纹数据。
- 定位区域增设新信号发射端需增加对应指纹数据。

### (2) 更新条件

- 考虑用户需求的更新条件：随机抽取若干子指纹库，并使用定位数据对每一组子指纹库进行 KNN 定位检测，当定位误差均值不满足当前用户需求时，需对指纹库进行更新。
- 一般性更新条件：由于环境的不间断变化导致指纹库定位精度越来越差，固定更新周期进行等时间间隔的更新。

## 5.3 数据库插值

### (1) 插值条件

- 当前指纹库定位精度达不到指纹常规定位精度，需进行指纹库重建，利用稀疏参考点信号强度，进行插值。
- 地形结构发生变化，指纹点信号强度发生变化，需要利用稀疏参考点信号强度，进行插值。

### (2) 插值原理

为降低指纹库构建的复杂性，利用已有的稀疏参考点指纹作为输入，通过插值算法，得到稠密参考点指纹。在信号预选的基础上，筛选出可靠的信号基站，对已有稀疏点指纹进行重构，利用重构的稀疏指纹去估计未知点信号强度。

### (3) 稀疏参考点指纹获取方法

- 利用最新指纹库进行众包定位，得到的定位结果即为当前测试指纹的实际位置，从而获得含有少量噪声的系数指纹
- 固定参考位置点放置设备，实时不间断采集
- 周期性人工采集稀疏参考点

## 附录 A

- 1、伪卫星载波相位指纹计算方式  
终端在当前时刻采集当前区域内不同伪卫星之间的载波相位,则同时收到的载波相位为 $\varphi = [\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_L]$ ,L为在当前区域上收到的伪卫星个数;将当前时刻得到的载波相位与上一时刻的载波相位做差,得到载波相位差:

$$\Delta\varphi_i = \varphi_i - \varphi_{i-1} = [\varphi_{i1} - \varphi_{(i-1)1}, \varphi_{i2} - \varphi_{(i-1)2}, \dots, \varphi_{iL} - \varphi_{(i-1)L}]$$

- 2、伪卫星信号信噪比的计算方式

$$\text{SNR} = \frac{S}{N_0 B_n}$$

式中,  $B_n$  是接收机的滤波器带宽,  $S$  是信号功率,  $N_0$  是噪声功率密度。

- 3、不同数据类型说明, **Char**: 表示字符或字符串,如char(60)表示长度为60位的字符串; **Int**: 表示整型数据,如Int4表示占4位的整数,右对齐; **Float**:表示浮点型数据,如Float(8)表示占8位浮点型数据