

建议书

**ITU-T M.3387 (03/2024)**

M系列：电信管理，包括TMN和网络维护

电信管理网络

---

**联邦机器学习系统的管理要求**



ITU-T M 系列建议书  
电信管理，包括 TMN 和网络维护

引言与维护和维护组织的一般原则	M.10-M.299
国际传输系统	M.300-M.559
国际电话电路	M.560-M.759
公共信道信令系统	M.760-M.799
国际电报系统和相片传真传输	M.800-M.899
国际租用一次群和超群链路	M.900-M.999
国际租用电路	M.1000-M.1099
移动通信系统和业务	M.1100-M.1199
国际公众电话网	M.1200-M.1299
国际数据传输系统	M.1300-M.1399
标志和信息交换	M.1400-M.1999
国际传送网	M.2000-M.2999
<b>电信管理网</b>	<b>M.3000-M.3599</b>
综合业务数字网	M.3600-M.3999
公共信道信令系统	M.4000-M.4999

欲了解更详细信息，请查阅 ITU-T 建议书目录。

## 联邦机器学习系统的管理要求

### 摘要

ITU-T M.3387建议书适用于联邦机器学习模型（FMLM）的架构设计、研究和开发。数据隐私和信息安全给大数据和人工智能（AI）社区带来重大挑战，因为这些社区面临越来越大的、遵守规则要求的压力。大数据系统和应用中的许多常规操作，如合并来自各种来源的用户数据以建立机器学习模型，在当前的规则框架下被认为是非法的。

联邦机器学习（FML）的目的是提供一种可行的解决方案，使机器学习应用能够以分布式方式利用数据。在FML框架中，数据所有者不直接交换原始数据，也不允许任何一方推断其他方的私密信息。为了促进FMLM的构建和使用，并提高FML业务的质量，ITU-T M.3387建议书规定了联邦机器学习系统（FMLS）的管理要求，包括FMLS的功能架构，以及基本管理域、模型管理域和数据管理域的要求。

### 历史沿革\*

版本	建议书	批准时间	研究组	唯一ID
1.0	ITU-T M.3387	2024-03-11	2	11.1002/1000/15786

### 关键词

联邦机器学习业务、联邦机器学习系统、管理要求。

\* 欲查阅建议书，请在网络浏览器地址域键入URL<https://handle.itu.int/>，随后输入建议书的唯一识别码。

## 前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、信息和通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。国际电信联盟电信标准化部门（ITU-T）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

## 注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

## 知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联已收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2024

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

## 目录

页码

1	范围 .....	1
2	参考文献 .....	1
3	定义 .....	1
3.1	他处定义的术语 .....	1
3.2	本建议书定义的术语 .....	1
4	缩写词和首字母缩略语 .....	2
5	惯例 .....	3
6	概述 .....	3
7	联邦机器学习系统管理的场景 .....	3
8	基础管理域的要求 .....	5
8.1	系统属性配置的要求 .....	5
8.2	节点权限配置的要求 .....	5
8.3	节点属性配置的要求 .....	5
8.4	业务操作管理的要求 .....	6
8.5	业务请求管理的要求 .....	6
9	模型管理域的要求 .....	6
9.1	初始模型部署的要求 .....	6
9.2	学习算法管理的要求 .....	6
9.3	聚合机制管理的要求 .....	6
9.4	模型训练管理的要求 .....	7
9.5	模型质量评估的要求 .....	7
10	数据管理域的要求 .....	7
10.1	数据流管理的要求 .....	7
10.2	数据安全存储的要求 .....	7
10.3	数据格式归一化的要求 .....	7
10.4	相关数据检索的要求 .....	7
10.5	数据加密传输的要求 .....	8
	附录I – 使用FMLMS管理车联网中道路异常检测业务FMLM训练的用例示例 .....	9
I.1	引言 .....	9
I.2	云 – 边缘 – 终端协作FML架构 .....	9
I.3	道路异常检测模型训练中FMLS的管理过程 .....	10
	参考文献 .....	11



## 联邦机器学习系统的管理要求

### 1 范围

本建议书规定了联邦机器学习系统的管理要求。以下方面在本建议书的讨论范围内：

- FMLS的总体功能架构。
- 基础管理域的要求，它监督系统属性配置、节点权限配置、业务请求管理等。
- 模型管理域的要求，它监督初始模型部署、学习算法管理、聚合机制管理等。
- 数据管理域的要求，它监督数据资源的安全存储、检索和传输等。
- 用例。

### 2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参引的条款，通过在本文本中的引用而构成当前建议书的条款。所注明版本在出版时有效。所有的建议书和其他参引均会得到修订，鼓励本建议书的所有使用者查证是否有可能使用下列建议书或其他参引的最新版本。ITU-T建议书的现行有效版本清单定期出版。本建议书在引用某一独立文件时，并未给予该文件建议书的地位。

[IEEE 3652.1] IEEE 3652.1标准-2020年，IEEE联邦机器学习架构框架和应用指南。

### 3 定义

#### 3.1 他处定义的术语

本建议书使用了下列他处定义的术语：

**3.1.1 加密 (encryption)** [b-ITU-T X.1367]：数据加密转换以产生密文。

**3.1.2 内在激励机制 (intrinsic incentive mechanismE)** [b-ITU-T Y.4205]：作为贡献或参与活动的结果，提供源自内部的奖励的机制；例如，体验自我实现、快乐或为更伟大的事业做出贡献。

#### 3.2 本建议书定义的术语

本建议书定义了下列术语：

**3.2.1 审计节点 (auditor)**：负责监控联邦机器学习过程的性能，确保其符合法规要求的节点。

**3.2.2 协调节点 (coordinator)**：跨各种数据所有者，构建联邦机器学习模型并将模型交付给联邦机器学习客户端的节点。

**3.2.3 数据所有者 (data owner)**：拥有联邦机器学习中使用的数据集并在确保数据隐私的同时执行本地模型训练的节点。

**3.2.4 数据质量 (data quality)**：用于评估数据集有效性和效用的指标。

**3.2.5 数据集 (data set)**：用于训练、测试或评估的数据点或实例的集合。数据集中的每个数据点代表一个样本，包括数据标识符、数据特征（由名称和值组成）或类标签（在监督学习的情况下）。

**3.2.6 联邦机器学习 (federated machine learning (FML))**：一种机器学习框架，可在多个分布式训练节点之间协作构建机器学习模型，而不会暴露数据所有者的私有数据。

**3.2.7 联邦机器学习模型 (federated machine learning model (FMLM))**：联邦机器学习系统的训练过程取得的结果。经过训练的模型用于针对新数据的推理任务。

**3.2.8 联邦机器学习管理系统 (federated machine learning management system (FMLMS))**：一个可以管理联合机器学习系统的节点资源和模型训练业务的管理系统。

**3.2.9 联邦机器学习业务 (federated machine learning service)**：一种人工智能模型训练业务，它使用联邦机器学习方法并输出经全局训练的模型。

**3.2.10 联邦机器学习业务客户端 (federated machine learning service client (FMLSC))**：一个应用实体，它发起联合机器学习业务请求并接收经训练的联合机器学习模型。

**3.2.11 联邦机器学习系统 (federated machine learning system (FMLS))**：一个涉及多个训练节点的系统，这些训练节点协作地构建和使用机器学习模型，而不泄露参与者所有的原始和私密数据。

**3.2.12 原始数据 (raw data)**：数据所有者获取、存储和维护的数据集的集合。原始数据包含用户和数据所有者的私密信息。

**3.2.13 训练 (training)**：联邦机器学习的过程，其中包括原始数据的本地训练和中期更新参数的聚合，用于优化联邦机器学习模型的性能。

## 4 缩写词和首字母缩略语

本建议书使用了下列缩写词和首字母缩略语：

AI 人工智能

AUC 曲线下的面积

CAP 计算接入点

CNN 卷积神经网络

CPU 中央处理单元

FML 联邦机器学习

FMLM 联邦机器学习模型

FMLMS 联邦机器学习管理系统

FMLS 联邦机器学习系统

FMLSC 联合机器学习业务客户端

GPU 图形处理单元

ID 标识

IoV 车联网

MEC 移动边缘计算

MSE 均方差

## 5 惯例

在本建议书中：

- 关键词“**要求**”（**is required to**）指必须严格遵守的要求，若宣称合乎本建议书，则不得有任何偏差。
- 关键词“**建议**”（**is recommended**）指建议的要求，而非绝对的要求。因此，宣称合规不必包括此项要求。
- 关键词“**可选择性地**”（**can optionally**）指允许的选择性的要求、但并非建议遵守。该术语并不意味着供应商必须实施该选项，网络运营商/业务提供商可选择性地提供该功能。相反，这意味着供应商可选择性地提供该功能，同时仍宣称符合本规范。

## 6 概述

根据[IEEE 3652.1]“IEEE联邦机器学习的架构框架和应用指南”，数据隐私和信息安全给大数据和人工智能（AI）社区带来重大挑战，因为这些社区面临越来越大的、遵守规则要求的压力。大数据系统和应用中的许多常规操作，如合并来自各种来源的用户数据以建立机器学习模型，在当前的规则框架下被认为是非法的。联邦机器学习（FML）的目的是提供一种可行的解决方案，使机器学习应用能够以分布式方式利用数据。在FML框架中，数据所有者不直接交换原始数据，也不允许任何一方推断其他方的私密信息。

国际标准[IEEE 3652.1]定义了FML的架构框架，以促进和便利多方之间的协作。然而，不同的业务场景对模型训练业务的要求是不同的。因此，联邦机器学习系统（FMLS）需要协调不同的FML训练节点，以便通过管理系统属性、模型属性和数据属性来提供安全稳定的FML业务。

FMLS是一个为联邦机器学习业务客户端提供FML业务的系统。为了提供安全高效的FML业务，应定义系统属性配置、训练节点属性配置、FML业务请求管理和其他管理功能。这些管理功能由联邦机器学习管理系统（FMLMS）托管。

基于[IEEE 3652.1]描述的FMLS工作原理，本建议书规定了FMLS的管理要求，包括基本管理域、模型管理域和数据管理域。

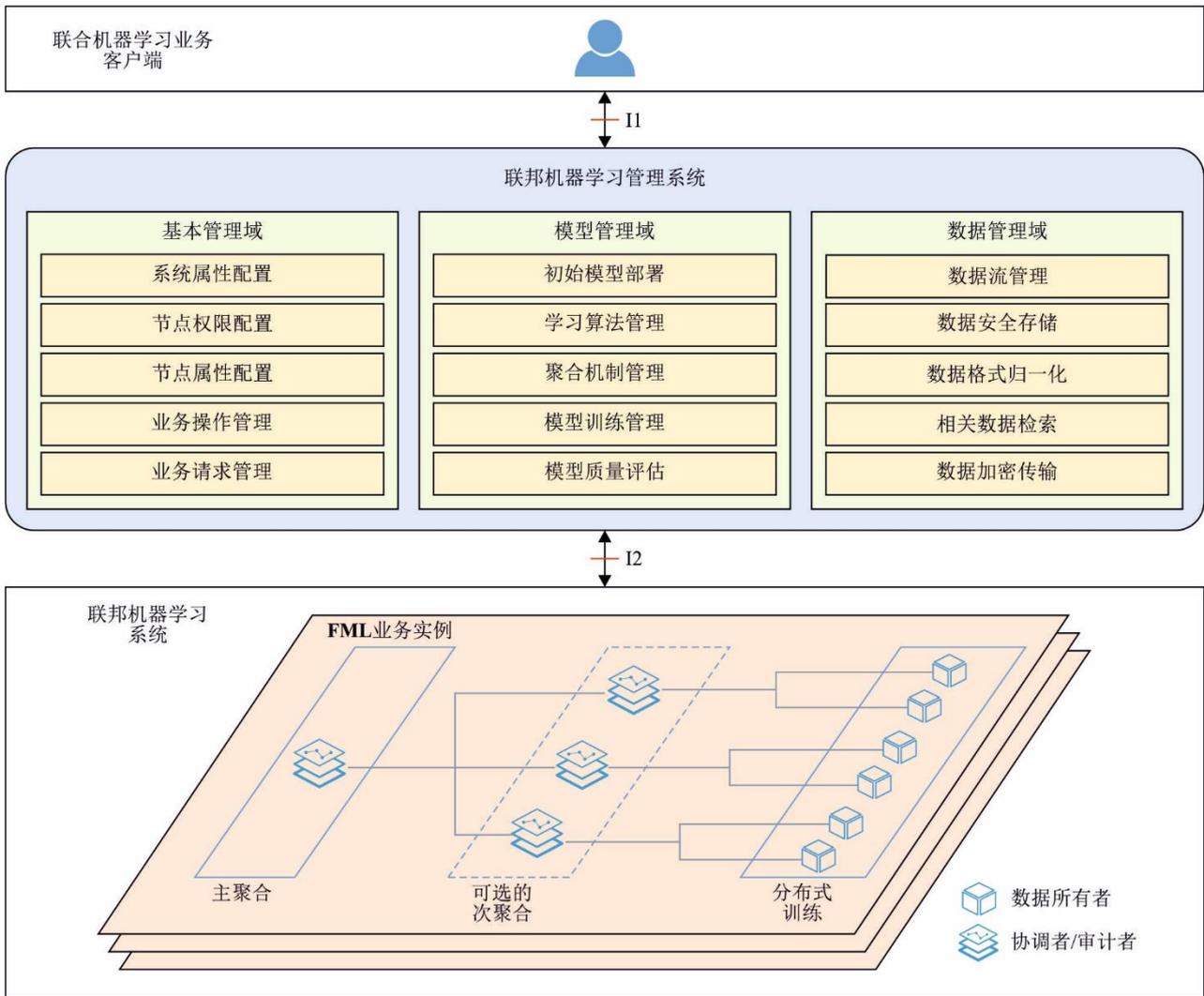
## 7 联邦机器学习系统管理的场景

FMLS管理的场景如图1所示。在FMLS中，根据其在当前FML任务中的功能，FML训练节点可拥有不同的角色，包括协调者、审计者和数据所有者。

协调者负责协调FMLS内的FML任务，并输出经学习的联邦机器学习模型（FMLM）。审计者负责监测整个FML过程，以确保数据可信和安全。数据所有者负责在本地训练和更新模型。这些角色更具体的功能参见[IEEE 3652.1]。

与FMLS管理相关的接口如图1所示。主要涉及两个接口：

- **接口I1**是位于FMLMS与FMLSC之间的接口，用于传递来自FMLSC的联邦机器学习业务要求，并将训练好的FMLM返回给FMLSC。
- **接口I2**是位于FMLMS与FMLS之间的接口，用于管理节点资源和训练任务。



M.3387(24)

图1 – 联邦机器学习系统管理的场景

基本管理域，包括系统属性配置、节点权限配置、节点属性配置、业务操作管理和业务请求管理。

- **系统属性配置：**初始化和修改FMLS的属性。
- **节点权限配置：**根据FMLMS设置的安全规则，管理FML训练节点的权限。
- **节点属性配置：**初始化和修改FML训练节点的属性。
- **业务操作管理：**管理FML业务拓扑，评估FML业务质量。
- **业务请求管理：**分类、处理和响应FML业务请求。

模型管理域，包括初始模型部署、学习算法管理、聚合机制管理、模型训练管理和模型质量评估。

- **初始模型部署：**根据业务要求，在协调者上部署初始FMLM。
- **学习算法管理：**根据FML业务要求，选择合适的机器学习算法。
- **聚合机制管理：**根据FML业务要求、资源容量和数据特征，选择或设计合适的聚合策略。
- **模型训练管理：**控制和监测模型训练过程，包括FMLM的传输和更新。

- **模型质量评估：**根据评估参数，评估FMLM的质量。

数据管理域，包括数据流管理、数据安全存储、数据格式规范化、相关数据检索和数据加密传输。

- **数据流管理：**控制原始数据的元数据流，以及FMLM的数据流。
- **数据安全存储：**使用各种加密方法存储原始数据的元数据。
- **数据格式规范化：**标准化原始数据的元数据格式，如表格形式。
- **相关数据检索：**检索与FML任务相关的数据，作为进行FMLM训练的数据集。
- **数据加密传输：**选择加密算法来加密要传输的数据和通信信道。

## 8 基础管理域的要求

### 8.1 系统属性配置的要求

要求联邦机器学习管理系统（FMLMS）配置FMLS的属性，以支持FML业务的功能实现，包括任务属性和资源属性。

#### 8.1.1 任务属性

根据FMLSC的FML业务请求，要求FMLMS配置任务属性。

- **任务类型：**FML任务的类别，如图像分类任务和文本生成任务。
- **任务优先级：**FML任务的重要性，如高优先级、中优先级和低优先级。

#### 8.1.2 资源属性

要求FMLMS配置FML任务的资源容量，包括计算容量、通信容量和存储容量。

- **计算容量：**FML任务所需的总计算资源，如中央处理器（CPU）和图像处理器（GPU）的数量。
- **通信容量：**FML任务所需的总通信资源，如传输功率和带宽。
- **存储容量：**FML任务所需的总存储资源，如空闲磁盘和预指配的存储空间。

### 8.2 节点权限配置的要求

根据当前FML任务，要求FMLMS选择合适的、资源充足的FML训练节点，然后根据节点的安全性和可靠性，授权和控制访问权限。

### 8.3 节点属性配置的要求

要求FMLMS支持FML训练节点的属性配置，包括角色属性、计算属性、通信属性和存储属性。

#### 8.3.1 角色属性

要求FMLMS配置FML训练节点的角色。FML训练节点的角色包括协调者、审计者和数据所有者。这三个角色的具体功能参见[IEEE 3652.1]。

#### 8.3.2 计算属性

要求FMLMS支持FML训练节点配置其计算相关属性，如CPU和GPU的数量。

### 8.3.3 通信属性

要求FMLMS支持FML训练节点配置其通信相关属性，如传输功率和带宽。

### 8.3.4 存储属性

要求FMLMS支持FML训练节点配置其存储相关属性，如空闲磁盘和预指配的存储空间。

## 8.4 业务操作管理的要求

要求FMLMS管理FML业务的操作质量，包括业务拓扑管理和业务质量评估。

### 8.4.1 业务拓扑管理

要求FMLMS管理FML业务的拓扑，主要包括业务拓扑生成和业务拓扑重构。

- 业务拓扑生成：生成当前FML训练任务的FML业务拓扑，包括FML训练节点与FML训练节点之间的角色和连接关系，并将拓扑发送给所有FML训练节点。
- 业务拓扑重构：在业务节点故障、资源耗尽等情况下，重构FML业务的拓扑。

### 8.4.2 业务质量评估

建议FMLMS评估FML业务的质量，包括网络操作质量评估和业务激励评估。

- 网络操作质量评估：评估联邦机器学习系统（FMLS）的性能，如资源消耗、时延等。
- 业务激励评估：评估FML训练节点对FML业务的综合贡献，根据贡献建立内在激励机制，以激励各FML训练节点积极参与FML业务。综合贡献包括资源消耗、对模型质量改进的贡献等。

## 8.5 业务请求管理的要求

当若干业务请求共存时，要求FMLMS分类和指配业务请求。

- 业务分类：根据重要性、优先级和延迟要求等业务请求进行分类。
- 业务指配：使用调度方法（如基于优先级的调度）来响应业务请求。

## 9 模型管理域的要求

### 9.1 初始模型部署的要求

根据FMLSC的FML业务请求，要求FMLMS支持FMLM交付和训练启动。

### 9.2 学习算法管理的要求

根据FML业务要求，要求FMLMS选择机器学习算法并配置相关参数。

- 算法选择：选择合适的机器学习算法，如神经网络、决策树等。
- 参数配置：配置机器学习算法的参数和超参数，如学习速度、批次大小、规范化系数等。

### 9.3 聚合机制管理的要求

根据FML业务要求、资源容量和数据特征，要求FMLMS选择聚合机制并配置相关参数。

- 机制选择：选择或设计合适的聚合机制（如同步、异步、半同步）。
- 参数配置：配置聚合机制的参数（如聚合轮数、聚类数、模型聚合中的权重）。

#### 9.4 模型训练管理的要求

要求FMLS支持数据所有者执行FMLM的本地训练，并将学习好的模型上传给协调者。

要求FMLS支持协调者管理FMLM的训练过程，包括广播、聚合和更新。

要求FMLS支持审计者基于监管规则来监测FMLM的训练过程，例如，检测FML训练节点是否可靠，并测量FML训练节点的贡献。

#### 9.5 模型质量评估的要求

要求FMLM根据模型性能参数来评估FMLM的质量。

注 – 模型性能参数包括分类模型的精度、召回率、曲线下面积（AUC）和回归模型的均方差（MSE）[b-ITU-T Y.3179]。

建议FMLMS通过模型评估来调整训练过程，以提高模型的性能。

### 10 数据管理域的要求

#### 10.1 数据流管理的要求

要求FMLS支持原始数据元数据的生成、存储、传输和更新。

注 – 原始数据元数据（如数据标识（ID）、数据特性）可在FML过程中在数据所有者间可选地交换。

要求FMLS支持FMLM数据的传输、聚合和更新。

要求FMLS支持模型数据的安全管理，以防止个人隐私在FML过程中暴露给外部和恶意节点。

#### 10.2 数据安全存储的要求

要求FMLMS支持原始数据元数据和模型数据的安全存储。

#### 10.3 数据格式归一化的要求

要求FMLMS收集原始数据的元数据特征，并提供统一的标准数据库格式。

注 – 参见[IEEE 3562.1]，FML的原始数据通常以标准数据库格式存储，其中每行代表一个数据样本，每列代表该样本的一个特征或标签。一组特征属性通常被表示为特征向量 $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ 。在监督学习中，完整的训练数据集由X表示的特征和Y表示的标签组成。

#### 10.4 相关数据检索的要求

要求FMLS支持数据所有者检索与模型训练相关的原始数据作为数据集。在FMLS中，多个数据集在样本ID和特征属性上重叠。根据样本ID或特征的重叠程度，分为以下三种情况：

- “水平FML”：建立一个模型，其中数据集在特征空间上有明显的重叠，但在ID空间上没有重叠。协调者负责在数据所有者之间执行特征调整。

- “垂直FML”：建立一个模型，其中数据集在样本空间上有明显的重叠，但在特征空间上没有重叠。协调者负责在数据所有者之间执行样本调整。
- 联合迁移学习：建立一个模型，其中数据集在样本空间上或在特征空间上都没有明显的重叠。协调者负责开发跨不同特征域的可重用知识。

## 10.5 数据加密传输的要求

要求FMLS支持数据隐私保护技术，例如，安全多方计算、同态加密和差分隐私，以确保其他FML训练节点无法从模型数据中推断出原始数据信息。

建议FMLS支持信道加密技术，以维护数据传输过程中的安全环境。

## 附录I

### 使用FMLMS管理车联网中道路异常 检测业务FMLM训练的用例示例

(本附录非本建议书不可分割的组成部分。)

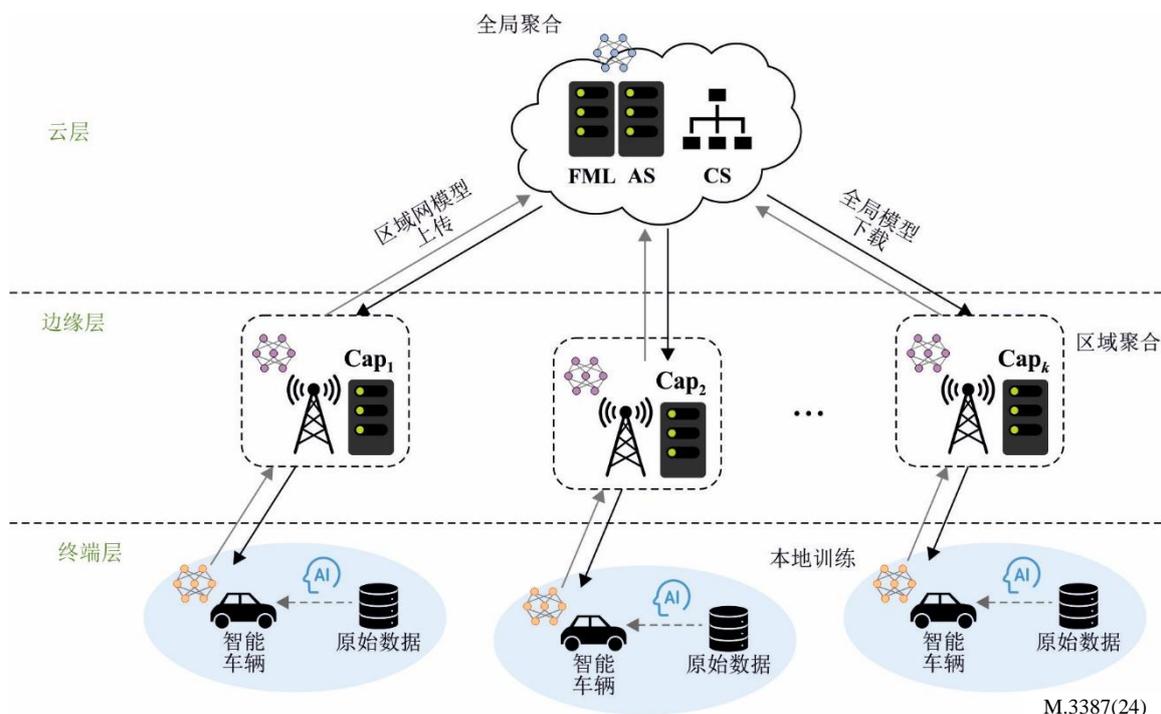
本附录介绍了使用联邦机器学习系统（FMLMS）管理车联网（IoV）中联邦机器学习系统（FMLMS）的典型应用和业务示例。本附录还描述了本建议书涵盖的、针对FML业务的FMLMS功能。

#### I.1 引言

智能车辆等基于智能设备的新兴应用对延迟和隐私有着严格的要求。这使得云计算不适合这些场景，并催生了基于移动边缘计算（MEC）的FML。基于MEC的FML在计算、存储、能源和带宽资源有限的移动设备上以分布式方式训练机器学习模型，并将原始数据保留在本地。模型参数被传送到更近的计算接入点（CAP）进行聚合。在IoV中，车辆与车辆之间共享数据进行协作分析，提高了驾驶体验和业务质量。因此，设计MEC辅助的FML协作计算架构支持道路异常检测业务，同时保护数据隐私。

#### I.2 云-边缘-终端协作FML架构

在IoV中，FMLS利用FML来学习全局FMLM，该全局FMLM被用在道路异常检测业务中。FMLS的组成部分包括部署在智能车辆上的数据所有者、部署在CAP上的协调者以及部署在云服务器（在图I.1中表示为CS）上的FML代理服务器（在图I.1中表示为AS）。FMLMS部署在云中，管理FML训练过程。通过任务调度和模型区域聚合，用MEC技术来保证FML的业务质量。云-边缘-终端架构下的FML训练场景如图I.1所示。



图I.1 – 车联网（IoV）中的云-边缘-终端协作FML场景

如图I-1所示，FML训练节点各层的职责如下：

- 终端层：数据所有者，即智能车辆，利用本地生成的数据来训练本地FMLM，并将模型参数发送到CAP进行区域聚合（次聚合）。
- 边缘层：CAP，通常是车辆场景中的路边单元，单独负责从特定区域内的数据所有者处收集本地模型参数。然后，它们通过区域聚合（次聚合）来更新区域FMLM，并将经更新的模型参数发送到代理服务器。此外，CAP收集原始数据的元数据和设备状态信息，然后将它们发送到联邦机器学习管理系统（FMLMS）。
- 云层：在云中，部署FMLMS来管理FML工作过程。同时，代理服务器聚合所有区域模型参数，以通过全局聚合（主聚合）来学习全局FMLM。此外，FMLMS评估FMLS的操作质量。

### I.3 道路异常检测模型训练中FMLS的管理过程

在云 - 边缘 - 终端协作FML场景中，在云中部署一个FMLMS来管理网络资源和FML业务的质量，确保IoV中FML业务的有效性、可持续性和安全性。以下示例说明了为智能车辆训练道路异常检测模型的情况。

**步骤1：**所有潜在的数据所有者（即智能汽车）访问FML网络。联邦机器学习业务客户（FMLSC）通过接口1向FMLMS请求道路异常检测模型训练业务，即训练道路异常检测模型。

**步骤2：**FMLMS根据FML业务请求来配置任务属性，将其识别为图像识别任务并分配优先级。基于网络资源状况，FMLMS选择激励策略，以鼓励更多的数据所有者加入道路异常检测模型训练任务。

使用生成的激励策略，FMLMS确定当前FML任务的FML训练节点。接着，FMLMS分配所有FML训练节点的角色。然后，FMLMS为所有FML训练节点确定相应的资源属性，包括角色、计算、通信和存储属性。

基于FML训练节点的角色，FMLMS生成FML业务拓扑，包括训练节点与训练节点之间的链接关系和相关的属性配置。

然后，FMLMS确定道路异常检测任务的学习算法和聚合机制，例如，卷积神经网络（CNN）和异步聚合算法。

**步骤3：**FMLMS通过接口2向FMLS发送初始CNN模型、系统属性、节点权限、节点属性、业务拓扑、学习算法、聚合机制。进一步地，FMLMS通过接口2向FMLS发送与隐私算法和信道加密算法相关的参数，实现模型数据加密和信道加密，以保证FMLM的隐私性和安全性。

**步骤4：**FMLS将初始CNN模型部署到所有FML训练节点，并要求数据所有者以标准化格式对其拥有的原始数据进行预处理。然后，所有数据所有者根据业务请求检索相关图像数据，以训练本地FMLM。

**步骤5：**数据所有者将训练好的本地模型上传到附近的CAP。接着，CAP根据收集的本地模型数据生成区域模型，然后将区域模型发送到代理服务器进行全局聚合。

**步骤6：**FMLMS监测FMLS的操作性能和FMLMS的质量。FMLM可以根据操作性能来调整业务拓扑，并根据全局FMLM的质量来决定是否终止训练任务。当模型的精度满足业务要求时，FMLMS通过接口1将全局训练的FMLM发送给FMLSC。如果模型精度不满足业务要求，则训练任务继续。

## 参考文献

- [b-ITU-T X.1367] Recommendation ITU-T X.1367 (2020), *Standard format for Internet of things error logs for security incident operations*.
- [b-ITU-T Y.3179] Recommendation ITU-T Y.3179 (2021), *Architectural framework for machine learning model serving in future networks including IMT-2020*.
- [b-ITU-T Y.4205] Recommendation ITU-T Y.4205 (2019), *Requirements and reference model of IoT-related crowdsourced systems*.





## ITU-T系列建议书

系列A	ITU-T工作的组织
系列D	资费及结算原则和国际电信/ICT的经济和政策问题
系列E	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
系列F	非话电信业务
系列G	传输系统和媒介、数字系统和网络
系列H	视听及多媒体系统
系列I	综合业务数字网
系列J	有线网络和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
系列K	干扰的防护
系列L	环境与ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、安装和保护
<b>系列M</b>	<b>电信管理，包括TMN和网络维护</b>
系列N	维护：国际声音节目和电视传输电路
系列O	测量设备的技术规范
系列P	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
系列Q	交换和信令，以及相关的测量和测试
系列R	电报传输
系列S	电报业务终端设备
系列T	远程信息处理业务的终端设备
系列U	电报交换
系列V	电话网上的数据通信
系列X	数据网、开放系统通信和安全性
系列Y	全球信息基础设施、互联网协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
系列Z	用于电信系统的语言和一般软件问题