التوصية

ITU-T M.3387 (03/2024)

السلسلة M: إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات

شبكة إدارة الاتصالات

متطلبات إدارة أنظمة تعلم الآلة الموحد

توصيات السلسلة M الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات

مقدمة ومبادئ عامة بشأن الصيانة وتنظيمها	M.299-M.10
أنظمة الإرسال الدولية	M.559-M.300
الدارات الهاتفية الدولية	M.759-M.560
أنظمة التشوير على قناة مشتركة	M.799-M.760
أنظمة الإبراق الدولية وإرسال الصور برقياً	M.899-M.800
وصلات الزمر والزمر الثانوية المؤجرة الدولية	M.999- M.900
الدارات الدولية المؤجرة	M.1099-M.1000
أنظمة وخدمات الاتصالات المتنقلة	M.1199-M.1100
الشبكة الدولية للهواتف العمومية	M.1299-M.1200
الأنظمة الدولية لإرسال المعطيات	M.1399-M.1300
تبادل التسميات والمعلومات	M.1999-M.1400
شبكة النقل الدولية	M.2999-M.2000
شبكة إدارة الاتصالات	**M.3599-M.3000**
الشبكات الرقمية متكاملة الخدمات	M.3999-M.3600
أنظمة التشوير على قناة مشتركة	M.4999-M.4000

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصية ITU-T M.3387

متطلبات إدارة أنظمة تعلم الآلة الموحد

ملخص

تنطبق التوصية ITU-T M.3387 على تصميم معمارية نماذج تعلم الآلة الموحد (FMLM) وبحثها وتطويرها. وتشكل خصوصية البيانات وأمن المعلومات تحديات كبيرة لأوساط البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي (AI) نظراً إلى تزايد الضغوط التي تتعرض لها هذه الأوساط للالتزام بالمتطلبات التنظيمية. وتُعتبر العديد من العمليات الروتينية في أنظمة وتطبيقات البيانات الضخمة، مثل دمج بيانات المستعملين من مصادر مختلفة لبناء نموذج لتعلم الآلة، غير قانونية في ظل الأطر التنظيمية الحالية.

والغرض من تعلم الآلة الموحد (FML) هو توفير حل مُجدٍ يمكّن تطبيقات تعلم الآلة من استخدام البيانات بطريقة موزعة. وفي إطار تعلم الآلة الموحد، لا يقوم أصحاب البيانات بتبادل البيانات غير المعالجة مباشرةً ولا يسمحون لأي طرف بتخمين المعلومات الشخصية المتعلقة بأطراف أخرى. ولتسهيل بناء واستعمال النماذج FMLM وتحسين جودة خدمة FML، تحدد التوصية ITU-T M.3387 متطلبات إدارة أنظمة تعلم الآلة الموحد (FMLS)، بما في ذلك المعمارية الوظيفية للأنظمة FMLS، فضلاً عن متطلبات ميدان الإدارة الأساسية وميدان إدارة النماذج، وميدان إدارة البيانات.

التسلسل التاريخي*

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد
1.0	ITU-T M.3387	2024-03-11	2	11.1002/1000/15786

مصطلحات أساسية

خدمة تعلم الآلة الموحد، نظام تعلم الآلة الموحد، متطلبات الإدارة.

* للنفاذ إلى توصية، ترجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) التي تجتمع مرة كل أربع سنوات المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تُعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يلزم" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "يجب" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات/حقوق تأليف ونشر برمجيات يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قواعد البيانات ذات الصلة لقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) في موقع قطاع تقييس الاتصالات http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2024

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف 1
1.3 المصطلحات المعرَّفة في وثائق أخرى 1
2.3 المصطلحات المعرّفة في هذه التوصية 1
4 الاختصارات والأسماء المختصرة 2
5 اصطلاحات 3
6 نظرة عامة 3
7 سيناريو إدارة نظام تعلم الآلة الموحد 4
8 متطلبات ميدان الإدارة الأساسية 5
1.8 متطلبات تشكيل خصائص النظام 5
2.8 متطلبات تشكيل إذن العقدة 6
3.8 متطلبات تشكيل خصائص العقدة 6
4.8 متطلبات إدارة تشغيل الخدمة 6
5.8 متطلبات إدارة طلبات الخدمة 7
9 متطلبات ميدان إدارة النماذج 7
1.9 متطلبات النشر الأولي للنموذج 7
2.9 متطلبات إدارة خوارزمية التعلم 7
3.9 متطلبات إدارة آلية التجميع 7
4.9 متطلبات إدارة التدريب على النماذج 7
5.9 متطلبات تقييم جودة النماذج 8
10 متطلبات ميدان إدارة البيانات 8
1.10 متطلبات إدارة تدفق البيانات 8
2.10 متطلبات التخزين الآمن للبيانات 8
3.10 متطلبات تقييس نسق البيانات 8
4.10 متطلبات استخراج البيانات ذات الصلة 8
5.10 متطلبات الإرسال المجفر للبيانات 9
التذييل I – مثال على حالة استعمال النظام FMLMS لإدارة التدريب على نموذج FMLM لخدمات كشف الشذوذ في الطرق في إنترنت المركبات 10
1.I مقدمة 10
2.I معمارية FML التعاونية القائمة على مطراف الحافة السحابية 10
3.I عملية إدارة النظام FMLS في التدريب على نموذج كشف الشذوذ في الطرق 11
بيبليوغرافيا 13

التوصية ITU-T M.3387

متطلبات إدارة أنظمة تعلم الآلة الموحد

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية متطلبات إدارة أنظمة تعلم الآلة الموحد (FMLS). وتدخل الجوانب التالية في إطار هذه التوصية:

- المعمارية الوظيفية العامة للأنظمة FMLS.
- متطلبات ميدان الإدارة الأساسية الذي يشرف على تشكيل خصائص النظام، وتشكيل إذن العقدة، وإدارة طلبات الخدمة، وما إلى ذلك.
- متطلبات ميدان إدارة النماذج الذي يشرف على النشر الأولي للنموذج وإدارة خوارزمية التعلم وإدارة آلية التجميع وما إلى ذلك.
- متطلبات ميدان إدارة البيانات الذي يشرف على تخزين موارد البيانات واستخراجها وإرسالها على نحو آمن، وما إلى ذلك.
- حالة استعمال.

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع للمراجَعة، يُشجع جميع مستعملي هذه التوصية على بحث إمكانية تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[IEEE 3652.1] IEEE standard 3652.1-2020, *IEEE Guide for Architectural Framework and Application of Federated Machine Learning*.

3 التعاريف

1.3 المصطلحات المعرَّفة في وثائق أخرى

تستخدم هذه التوصية المصطلحات التالية المعرفة في وثائق أخرى:

1.1.3 التجفير (encryption) [b-ITU-T X.1367]: تحويل تجفيري للبيانات لإنتاج نص شفرة سرية.

2.1.3 آلية تحفيز متأصلة (intrinsic incentive mechanism) [b-ITU-T Y.4205]: آلية تقدم مكافأة ناشئة من الداخل، نتيجة المساهمة في نشاط ما أو المشاركة فيه، مثل الشعور بالاكتفاء الذاتي أو الفرح أو المساهمة في قضية أكبر.

2.3 المصطلحات المعرّفة في هذه التوصية

تعرّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.2.3 مدقق (auditor): عقدة مسؤولة عن مراقبة أداء عملية تعلم الآلة الموحد لضمان الامتثال للمتطلبات التنظيمية.

2.2.3 منسق (coordinator): عقدة مسؤولة عن بناء نماذج تعلم الآلة الموحد من مختلف أصحاب البيانات وتقديم النماذج إلى عملاء تعلم الآلة الموحد.

3.2.3 صاحب البيانات (data owner): عقدة تملك مجموعة البيانات المستخدمة في تعلم الآلة الموحد وتنفذ مهمة تدريب النموذج المحلي مع ضمان خصوصية البيانات.

4.2.3 جودة البيانات (data quality): مقياس يُستخدم لتقييم صلاحية مجموعة بيانات وفائدتها.

5.2.3 مجموعة البيانات (data set): مجموعة من نقاط أو أمثلة بيانات تُستخدم لأغراض التدريب أو الاختبار أو التقييم. وتمثل كل نقطة بيانات ضمن مجموعة البيانات عينة، بما في ذلك معرِّف البيانات وسمات البيانات (تتألف من تسميات السمات وقيمها)، أو وسم الصنف (في حالة التعلم الخاضع للإشراف).

6.2.3 تعلم الآلة الموحد (federated machine learning (FML)): إطار لتعلم الآلة يسهِّل بناء نماذج تعلم الآلة بشكل تعاوني بين عقد تدريب موزعة متعددة دون كشف البيانات الخاصة التي يملكها أصحاب البيانات.

7.2.3 نموذج تعلم الآلة الموحد (federated machine learning model (FMLM)): هو نتيجة عملية تدريب نظام لتعلم الآلة الموحد. ويُستخدم النموذج المدرَّب من أجل تطبيق مهام الاستدلال على البيانات الجديدة.

8.2.3 نظام إدارة تعلم الآلة الموحد (federated machine learning management system (FMLMS)): نظام إدارة يستطيع إدارة موارد العقدة ونمذجة خدمات التدريب المرتبطة بأنظمة تعلم الآلة الموحد.

9.2.3 خدمة تعلم الآلة الموحد (federated machine learning service): هي خدمة تدريب نموذج ذكاء اصطناعي تستخدم أسلوب تعلم الآلة الموحد وتنتج نموذجاً مدرَّباً عالمياً.

10.2.3 عميل خدمة تعلم الآلة الموحد (federated machine learning service client (FMLSC)): كيان تطبيق يُصدر طلب خدمة تعلم الآلة الموحد ويتلقى نماذج مدرَّبة لتعلم الآلة الموحد.

11.2.3 نظام تعلم الآلة الموحد (federated machine learning system (FMLS)): نظام يتضمن عُقد تدريب متعددة تتعاون لبناء نماذج تعلم الآلة واستخدامها دون كشف البيانات غير المعالجة والخاصة التي يملكها المشاركون.

12.2.3 البيانات غير المعالجة (raw data): سلسلة من مجموعات يحصل عليها أصحاب البيانات ويقومون بتخزينها وإدارتها. وتتضمن البيانات غير المعالجة المعلومات الخاصة للمستعملين وأصحاب البيانات.

13.2.3 التدريب (training): عملية تعلم الآلة الموحد، بما في ذلك التدريب المحلي للبيانات غير المعالجة وتجميع المعلمات المحدَّثة الوسيطة لتحسين أداء نماذج تعلم الآلة الموحد إلى المستوى الأمثل.

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

تستخدم هذه التوصية الاختصارات والأسماء المختصرة التالية:

AI الذكاء الاصطناعي (*Artificial Intelligence*)

AUC المساحة الواقعة تحت المنحنى (*Area Under the Curve*)

CAP نقطة النفاذ إلى الحوسبة (*Computing Access Point*)

CNN الشبكة العصبية التلافيفية (*Convolutional Neural Network*)

CPU وحدة المعالجة المركزية (*Central Processing Unit*)

FML تعلم الآلة الموحد (*Federated Machine Learning*)

FMLM نموذج تعلم الآلة الموحد (*Federated Machine Learning Model*)

FMLMS نظام إدارة تعلم الآلة الموحد (*Federated Machine Learning Management System*)

FMLS نظام تعلم الآلة الموحد (*Federated Machine Learning System*)

FMLSC خدمة عملاء تعلم الآلة الموحد (*Federated Machine Learning Service Client*)

GPU وحدة المعالجة البيانية (*Graphics Processing Unit*)

ID التعرف (*Identification*)

IoV إنترنت المركبات (*Internet of Vehicles*)

MEC حوسبة الحافة المتنقلة (*Mobile Edge Computing*)

MSE متوسط الخطأ المربع (*Mean Squared Error*)

5 اصطلاحات

في هذه التوصية:

- تدل الكلمة الرئيسية "**يتعين**" على متطلب إلزامي يجب التقيد به بصرامة ولا يسمح بأي انحراف عنه في حال زعم المطابقة مع هذه التوصية.
- تدل الكلمة الرئيسية "**يوصى**" على متطلب يوصى به لكنه غير إلزامي إطلاقاً. وبالتالي لا يتعين توفر هذا المتطلب لزعم المطابقة.
- وتدل الكلمات الرئيسية "**يمكن اختيارياً**" أو "**يجوز**" على مطلب خياري مسموح به دون أن ينطوي على أي توصية به. ولا ترمي هذه الكلمات إلى إلزام التطبيق بتوفير الجهة البائعة لهذا الخيار الذي يمكن أن يوفره مشغل الشبكة/مقدم الخدمة خيارياً. بل يمكن للجهة البائعة إدراج هذا الخيار وزعم مطابقة المواصفة في نفس الوقت.

6 نظرة عامة

وفقاً للمعيار [IEEE 3652.1] بشأن "*دليل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات بشأن الإطار المعماري لتعلم الآلة الموحد وتطبيقه*" ، تطرح خصوصية البيانات وأمن المعلومات تحديات كبيرة لأوساط البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي نظراً إلى تزايد الضغوط التي تتعرض لها هذه الأوساط للالتزام بالمتطلبات التنظيمية. وتُعتبر العديد من العمليات الروتينية في أنظمة وتطبيقات البيانات الضخمة، مثل دمج بيانات المستعملين من مصادر مختلفة لاستحداث نموذج لتعلم الآلة، غير قانونية في ظل الأطر التنظيمية الحالية. والغرض من تعلم الآلة الموحد (FML) هو توفير حلّ مُجدٍ يمكّن تطبيقات تعلم الآلة من استخدام البيانات بطريقة موزَّعة. وفي إطار FML، لا يتبادل أصحاب البيانات غير المعالجة مباشرةً ولا يسمحون لأي طرف بتخمين المعلومات الشخصية المتعلقة بأطراف أخرى.

ويحدد المعيار الدولي [IEEE 3652.1] الإطار المعماري لأنظمة FML لتعزيز وتسهيل التعاون بين أطراف متعددة. بيد أن مختلف سيناريوهات الأعمال لها متطلبات مختلفة لخدمات التدريب على النماذج. ولذلك، يتعين على نظام تعلم الآلة الموحد (FMLS) أن ينسق مختلف عُقد تدريب FML لتوفير خدمة FML آمنة ومستقرة من خلال إدارة خصائص النظام وخصائص النماذج وخصائص البيانات.

ونظام FMLS هو نظام يوفر خدمة FML لعملاء خدمة تعلم الآلة الموحد (FMLSC). ولتوفير خدمة FML آمنة وفعالة، ينبغي تحديد تشكيل خصائص النظام وتشكيل خصائص عقدة التدريب وإدارة طلبات الخدمة FML ووظائف الإدارة الأخرى. ويستضيف نظام إدارة تعلم الآلة الموحد (FMLMS) وظائف الإدارة هذه.

واستناداً إلى مبدأ العمل الذي يقوم عليه النظام FMLS والوارد وصفه في المعيار [IEEE 3652.1]، تحدد هذه التوصية متطلبات إدارة أنظمة FMLS، بما في ذلك ميدان الإدارة الأساسية وميدان إدارة النماذج وميدان إدارة البيانات.

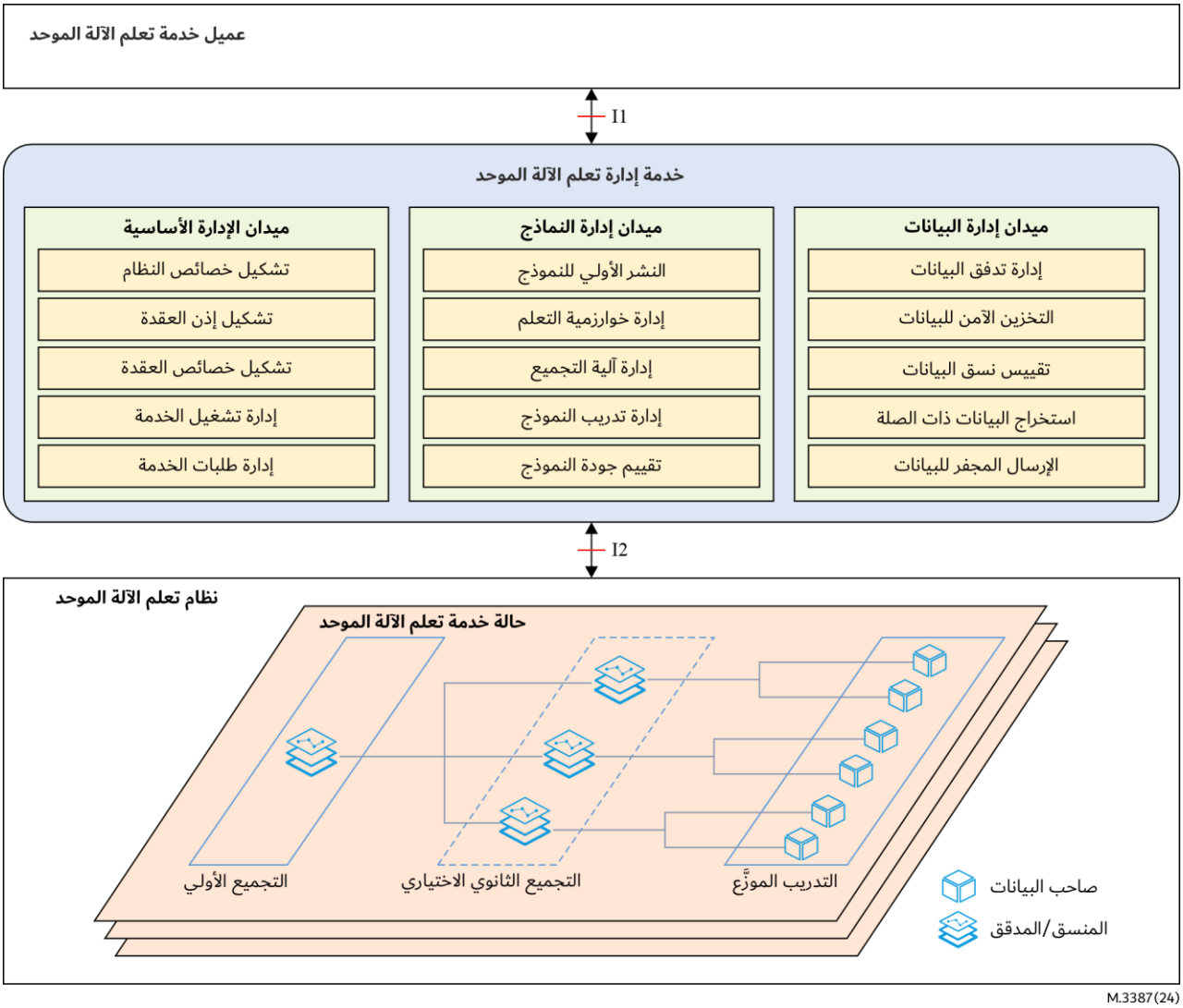
7 سيناريو إدارة نظام تعلم الآلة الموحد

يبين الشكل 1 سيناريو إدارة النظام FMLS. وفي النظام FMLS، يُعتبر أن عُقد تدريب FML تؤدي أدواراً تختلف باختلاف وظائفها في إطار المهمة الحالية لتعلم الآلة الموحد، بما في ذلك المنسق والمدقق وصاحب البيانات.

ويكون المنسق مسؤولاً عن تنسيق مهمة FML في إطار نظام FMLS وعن الخروج بنموذج تعلم الآلة الموحد (FMLM) الذي تم استخلاصه. ويتحمل المدقق مسؤولية رصد عملية FML بأكملها لضمان موثوقية وأمن البيانات. ويكون صاحب البيانات مسؤولاً عن التدريب وعن تحديث النماذج محلياً. ويحال إلى المعيار [IEEE 3652.1] للاطلاع على الوظائف الأدق لهذه الأدوار.

ويبين الشكل 1 السطوح البينية المتعلقة بإدارة النظام FMLS. وهناك بشكل رئيسي سطحان بينيان ذوا صلة هما:

- **السطح البيني I1** هو السطح البيني الموجود بين FMLMS وFMLSC، ويستعمل لعرض متطلبات خدمة تعلم الآلة الموحد الصادرة عن FMLSC ولإعادة FMLM المدربة إلى FMLSC.
- **السطح البيني I2** هو السطح البيني الموجود بين النظام FMLMS والخدمة FMLS، الذي يستخدم لإدارة موارد العُقد ومهام التدريب.



الشكل 1 – سيناريو إدارة نظام تعلم الآلة الموحد

ميدان الإدارة الأساسية، بما في ذلك تشكيل خصائص النظام، وتشكيل إذن العقدة، وتشكيل خصائص العقدة، وإدارة تشغيل الخدمة، وإدارة طلب الخدمة.

- **تشكيل خصائص النظام**: إعداد خصائص FMLS وتعديلها.
- **تشكيل إذن العقدة**: إدارة أذون عُقد تدريب FML وفقاً للقواعد الأمنية التي وضعها النظام FMLMS.
- **تشكيل خصائص العقدة**: إعداد خصائص عُقد تدريب FML وتعديلها.
- **إدارة تشغيل الخدمة**: إدارة طوبولوجيا خدمة FML وتقييم جودة خدمة FML.
- **إدارة طلبات الخدمة**: تصنيف طلبات خدمة FML وتناولها والاستجابة لها.

ميدان إدارة النماذج، بما في ذلك النشر الأولي للنموذج، وإدارة خوارزمية التعلم، وإدارة آلية التجميع، وإدارة تدريب النموذج، وتقييم جودة النموذج.

- **النشر الأولي للنموذج**: نشر النظام FMLM الأولي على مستوى المنسق وفقاً لمتطلبات الخدمة.
- **إدارة خوارزميات التعلم**: اختيار الخوارزميات المناسبة لتعلم الآلة استناداً إلى متطلبات الخدمة FML.
- **إدارة آلية التجميع**: اختيار أو تصميم استراتيجيات التجميع المناسبة استناداً إلى متطلبات خدمة FML وسعة الموارد وسمات البيانات.
- **إدارة تدريب النموذج**: التحكم في عملية تدريب النموذج ورصدها، بما في ذلك إرسال وتحديث FMLM.
- **تقييم جودة النموذج**: تقييم جودة FMLM استناداً إلى مقاييس التقييم.

ميدان إدارة البيانات، بما في ذلك إدارة تدفق البيانات والتخزين الآمن للبيانات وتقييس نسق البيانات واستخراج البيانات ذات الصلة وإرسال البيانات المجفرة.

- **إدارة تدفق البيانات**: التحكم في تدفق البيانات الشرحية للبيانات غير المعالجة، وتدفق بيانات FMLM.
- **التخزين الآمن للبيانات**: تخزين البيانات الشرحية للبيانات غير المعالجة باستخدام طرائق تجفير مختلفة.
- **تقييس نسق البيانات**: تقييس نسق البيانات الشرحية للبيانات غير المعالجة، مثل شكل الجداول.
- **استخراج البيانات ذات الصلة**: استخراج البيانات المتعلقة بمهمة FML، بوصفها مجموعات بيانات، من أجل القيام بتدريب النماذج FMLM.
- **الإرسال المجفر للبيانات**: اختيار خوارزميات التجفير لتجفير البيانات المرسلة وقنوات الاتصال.

8 متطلبات ميدان الإدارة الأساسية

1.8 متطلبات تشكيل خصائص النظام

يتعين استخدام نظام إدارة تعلم الآلة الموحد (FMLMS) لتشكيل خصائص النظام FMLS من أجل دعم التنفيذ الوظيفي لخدمات FML، بما في ذلك خصائص المهام وخصائص الموارد.

1.1.8 خصائص المهام

يتعين استخدام FMLMS لتشكيل خصائص المهام وفقاً لطلبات FMLSC الحصول على خدمة FML.

- نمط المهمة: فئة مهمة FML، مثل مهمة تصنيف الصور ومهمة توليد النصوص.
- أولوية المهمة: مدى أهمية مهمة FML، مثل اعتبارها ذات أولوية عالية أو أولوية متوسطة أو أولوية منخفضة

2.1.8 خصائص الموارد

يتعين على FMLMS تشكيل قدرات الموارد اللازمة لمهمة FML، بما في ذلك سعة الحساب وسعة الاتصالات وسعة التخزين.

- سعة الحساب: هي مجموع موارد الحساب المطلوبة لمهام FML، مثل عدد وحدات المعالجة المركزية (CPU) ووحدات المعالجة البيانية (GPU).
- سعة الاتصالات: مجموع موارد الاتصالات المطلوبة لمهام FML، مثل قدرة الإرسال وعرض النطاق.
- سعة التخزين: مجموع موارد التخزين المطلوبة لمهام FML، مثل مساحة القرص المتاحة ومساحة التخزين المخصصة مسبقاً.

2.8 متطلبات تشكيل إذن العقدة

يتعين على النظام FMLMS أن يختار الُعقد المناسبة لتدريب FML، التي يكون لديها موارد كافية وفقاً لمهمة FML الحالية، ثم أن يعطي الإذن بالنفاذ ويتحكم في هذا النفاذ استناداً إلى أمن العُقد وموثوقيتها.

3.8 متطلبات تشكيل خصائص العقدة

يتعين على النظام FMLMS أن يدعم تشكيل خصائص عُقد تدريب FML، بما فيها خصائص الأدوار وخصائص الحساب وخصائص الاتصالات وخصائص التخزين.

1.3.8 خصائص الأدوار

يتعين على النظام FMLMS تشكيل أدوار عُقد تدريب FML. وتشمل أدوار عقد تدريب FML المنسق والمدقق وصاحب البيانات. ويشار إلى الوظائف المحددة لهذه الأدوار الثلاثة في المعيار [IEEE 3652.1].

2.3.8 خصائص الحساب

يتعين على النظام FMLMS أن يدعم عُقد تدريب FML في تشكيل سماتها المتصلة بالحساب، مثل عدد وحدات المعالجة المركزية ووحدات المعالجة البيانية.

3.3.8 خصائص الاتصالات

يتعين على النظام FMLMS أن يدعم عُقد تدريب FML في تشكيل سماتها المتصلة بالاتصالات، مثل قدرة الإرسال وعرض النطاق.

4.3.8 خصائص التخزين

يتعين على النظام FMLMS أن يدعم عُقد تدريب FML في تشكيل سماتها المتصلة بالتخزين، مثل مساحة القرص المتاحة ومساحة التخزين المخصصة مسبقاً.

4.8 متطلبات إدارة تشغيل الخدمة

يتعين على النظام FMLMS أن يتولى إدارة جودة تشغيل خدمة FML، بما في ذلك إدارة طوبولوجيا الخدمة وتقييم جودة الخدمة.

1.4.8 إدارة طوبولوجيا الخدمة

يتعين على النظام FMLMS أن يدير طوبولوجيا خدمة FML، ولا سيما وضع طوبولوجيا الخدمة وإعادة وضع طوبولوجيا الخدمة.

- وضع طوبولوجيا الخدمة: وضع طوبولوجيا خدمة FML لمهمة تدريب FML الحالية، بما في ذلك الأدوار وعلاقات التوصيل بين عُقد تدريب FML، وإرسال الطوبولوجيا إلى جميع عُقد تدريب FML.
- إعادة وضع طوبولوجيا الخدمة: إعادة وضع طوبولوجيا خدمة FML في حال تعطل عقدة خدمة واستنفاد الموارد وما إلى ذلك.

2.4.8 تقييم جودة الخدمة

يوصى النظام FMLMS بتقييم جودة خدمة FML، بما في ذلك تقييم جودة تشغيل الشبكة وتقييم حوافز الخدمة.

- تقييم جودة تشغيل الشبكة: تقييم أداء نظام تعلم الآلة الموحد (FMLS) مثل استهلاك الموارد والمهل الزمنية.
- تقييم حوافز الخدمة: تقييم المساهمة الشاملة لعُقد تدريب FML في خدمة FML، وإنشاء آلية تحفيز متأصلة تتوقف على هذه المساهمة وتهدف إلى تحفيز كل عقدة لتدريب FML على المشاركة في خدمة FML. وتشمل المساهمات الشاملة استهلاك الموارد والإسهام في تحسين جودة النماذج وما إلى ذلك.

5.8 متطلبات إدارة طلبات الخدمة

يتعين على النظام FMLMS أن يصنف طلبات الخدمة ويسندها إلى المعنيين عندما تكون هناك عدة طلبات خدمة.

- تصنيف الخدمة: تصنيف طلبات الخدمة وفقاً للأهمية والأولوية والمهل الزمنية المفروضة وما إلى ذلك.
- إسناد الخدمة: الاستجابة لطلبات الخدمة باتباع أساليب الجدولة، مثل الجدولة القائمة على الأولوية.

9 متطلبات ميدان إدارة النماذج

1.9 متطلبات النشر الأولي للنموذج

يتعين على النظام FMLMS أن يدعم توفير النموذج FMLM واستهلال التدريب، وفقاً لطلب العملاء FMLSC الحصول على الخدمة FML.

2.9 متطلبات إدارة خوارزمية التعلم

يتعين على النظام FMLMS أن يختار خوارزميات تعلم الآلة وأن يشكل المعلمات ذات الصلة وفقاً لمتطلبات الخدمة FML.

- اختيار الخوارزمية: اختيار خوارزميات تعلم الآلة المناسبة، مثل الشبكات العصبية ومخطط تسلسل القرارات.
- تشكيل المعلمات: تشكيل المعلمات العادية والمتقدمة لخوارزمية تعلم الآلة، مثل معدل التعلم، وحجم الدفعة، ومعامل التسوية.

3.9 متطلبات إدارة آلية التجميع

يتعين على النظام FMLMS أن يختار آلية تجميع وأن يشكل المعلمات ذات الصلة وفقاً لمتطلبات خدمة FML وسعة الموارد وسمات البيانات.

- اختيار الآلية: اختيار أو تصميم آلية تجميع مناسبة (تكون مثلاً متزامنة أو غير متزامنة أو شبه متزامنة).
- تشكيل المعلمات: تشكيل معلمات آلية التجميع (مثل عدد جولات التجميع، وعدد المجموعات، والترجيحيات في تجميع النماذج).

4.9 متطلبات إدارة التدريب على النماذج

يتعين على النظام FMLS أن يدعم أصحاب البيانات في إجراء التدريب المحلي على النموذج FMLM وإحالة النموذج المستخلص إلى المنسق.

ويتعين على النظام FMLS أن يدعم المنسق في إدارة عملية التدريب على النموذج FMLM، بما في ذلك الإذاعة والتجميع والتحديث.

ويتعين على النظام FMLS أن يدعم المدقق في رصد عملية التدريب على النموذج FMLM استناداً إلى القواعد التنظيمية، مثل الكشف عما إذا كانت عقدة التدريب على FML موثوقة، وفي قياس مساهمة عقد التدريب على FML.

5.9 متطلبات تقييم جودة النماذج

يتعين على النظام FMLMS أن يقيّم جودة النموذج FMLM وفقاً لمقاييس أداء النماذج.

ملاحظة –تشمل مقاييس أداء النماذج الدقة، والتذكير، والمساحة الواقعة تحت المنحنى (AUC) لنماذج التصنيف، ومتوسط الخطأ المربع (MSE) لنماذج الانكفاء [b-ITU-T Y.3179].

ويوصى النظام FMLMS بضبط عملية التدريب من خلال تقييم النموذج لتحسين أداء النموذج.

10 متطلبات ميدان إدارة البيانات

1.10 متطلبات إدارة تدفق البيانات

يتعين على النظام FMLS أن يدعم توليد البيانات الشرحية للبيانات غير المعالجة وتخزينها وإرسالها وتحديثها.

ملاحظة – يمكن اختيارياً تبادل البيانات الشرحية للبيانات غير المعالجة (مثل معرف البيانات (ID) وخصائص البيانات) بين أصحاب البيانات أثناء عملية FML.

ويتعين على النظام FMLS أن يدعم إرسال بيانات النموذج FMLM وتجميعها وتحديثها.

ويتعين على النظام FMLS أن يدعم إدارة أمن بيانات النموذج لتفادي تعرّض الخصوصية الشخصية لعُقد خارجية خبيثة أثناء عملية FML.

2.10 متطلبات التخزين الآمن للبيانات

يتعين على النظام FMLMS أن يدعم التخزين الآمن للبيانات الشرحية للبيانات غير المعالجة وبيانات النموذج.

3.10 متطلبات تقييس نسق البيانات

يتعين على النظام FMLMS أن يجمع سمات البيانات الشرحية للبيانات غير المعالجة وأن يوفر نسقاً معيارياً موحداً لقاعدة البيانات.

ملاحظة – يرجى الرجوع إلى المعيار [IEEE 3652.1]، وتخزَّن عادةً البيانات غير المعالجة من أجل FML في قاعدة بيانات ذات نسق معياري، حيث يمثل كل صف عينة بيانات ويمثل كل عمود سمةً أو وسماً لهذه العينة. وتمثَّل عادةً مجموعة من نعوت السمات على أنها المتجهات الذاتية (X_1، X_2، ...، X_n). وفي التعلم الخاضع للإشراف، تتألف مجموعة بيانات التدريب الكاملة من سمات يمثلها X ومن وسوم يمثلها Y.

4.10 متطلبات استخراج البيانات ذات الصلة

يتعين على النظام FMLS أن يدعم أصحاب البيانات في استخراج البيانات غير المعالجة المتعلقة بالتدريب على النموذج بوصفها مجموعات البيانات. وفي النظام FMLS، تتداخل مجموعات بيانات متعددة على صعيد معرفات العينة ونعوت السمات. ووفقاً لدرجة التداخل على صعيد معرفات العينة أو السمات، يقسَّم النظام إلى الحالات الثلاث التالية:

- FML أفقي: استحداث نموذج تتداخل فيه مجموعات البيانات بشكل كبير على صعيد حيز السمات ولكن ليس على صعيد حيز المعرفات. ويكون المنسق مسؤولاً عن تحقيق المواءمة بين السمات بين أصحاب البيانات.
- FML رأسي: استحداث نموذج حيث تتداخل مجموعات البيانات بشكل كبير على صعيد حيز العينات ولكن ليس على صعيد حيز السمات. ويكون المنسق مسؤولاً عن إجراء المواءمة بين العينات بين أصحاب البيانات.
- تعلم النقل الموحد: استحداث نموذج لا تتداخل فيه مجموعات البيانات بشكل كبير سواء على صعيد حيز العينات أو على صعيد حيز السمات. والمنسق مسؤول عن استغلال المعارف التي يمكن إعادة استعمالها في مختلف مجالات السمات.

5.10 متطلبات الإرسال المجفر للبيانات

يتعين على النظام FMLS أن يدعم تكنولوجيات حماية خصوصية البيانات، مثل الحوسبة الآمنة متعددة الأطراف، والتجفير المتماثل، والخصوصية التفاضلية، بما يضمن عدم تمكن العُقد الأخرى للتدريب على FML من استخلاص معلومات البيانات غير المعالجة من بيانات النموذج.

ويوصى النظام FMLS بدعم تكنولوجيات تجفير القناة للحفاظ على بيئة آمنة أثناء عمليات إرسال البيانات.

التذييل I

مثال على حالة استعمال النظام FMLMS لإدارة التدريب على نموذج FMLM لخدمات كشف الشذوذ في الطرق في إنترنت المركبات

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

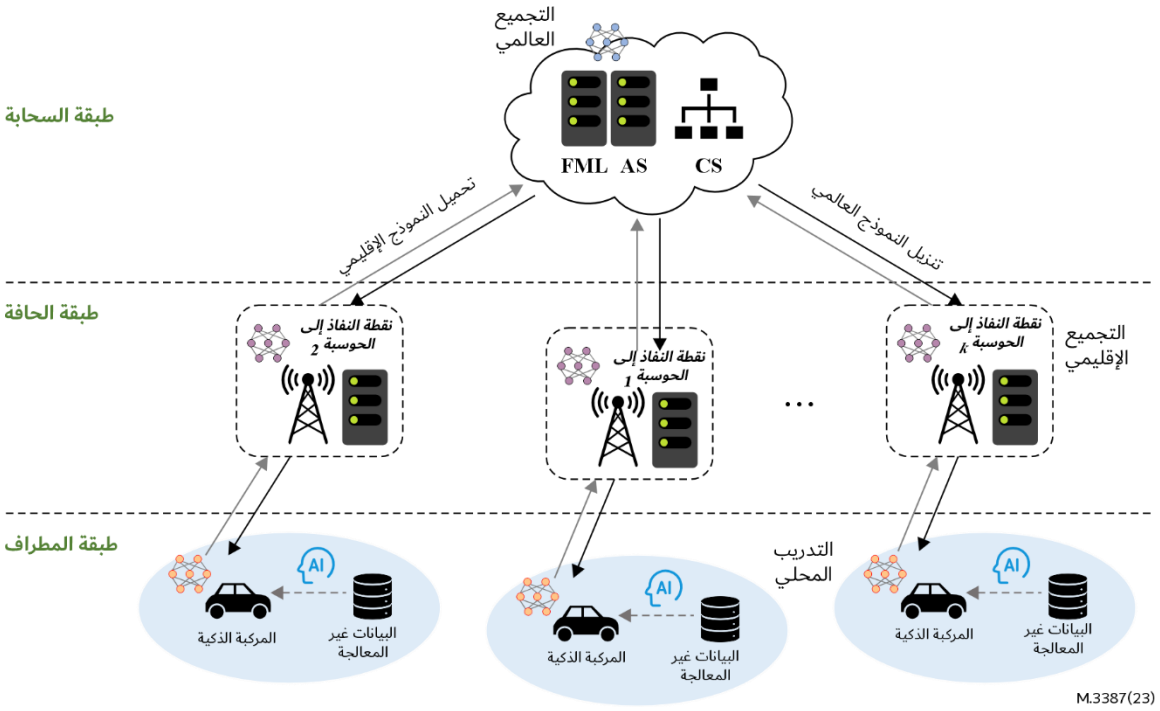
يقدم هذا التذييل مثالاً نموذجياً للتطبيق والخدمة لاستخدام نظام إدارة تعلم الآلة الموحد (FMLMS) لإدارة نظام تعلم الآلة الموحد (FMLS) في إنترنت المركبات (IoV). ويصف أيضاً وظائف النظام FMLMS للخدمة FML، التي تغطيها هذه التوصية.

1.I مقدمة

للتطبيقات الناشئة القائمة على الأجهزة الذكية، مثل المركبات الذكية، متطلبات صارمة من حيث الكمون والخصوصية. وهذا يجعل الحوسبة السحابية غير ملائمة لهذه السيناريوهات ويفضي إلى FML قائم على حوسبة الحافة المتنقلة (MEC). ويتولى FML قائم على حوسبة الحافة المتنقلة تدريب نماذج تعلم الآلة بطريقة موزعة على الأجهزة المتنقلة ذات الموارد المحدودة من حيث الحوسبة والتخزين والطاقة وعرض النطاق، مع الاحتفاظ محلياً بالبيانات غير المعالجة. ويتم إيصال معلمات النموذج إلى أقرب نقاط نفاذ إلى الحوسبة (CAP) من أجل التجميع. وفي إنترنت المركبات، يؤدي تقاسم البيانات بين المركبات من أجل التحليل التعاوني إلى تحسين تجربة القيادة وجودة الخدمة. وبالتالي، فإن تصميم معمارية حوسبة تعاونية لإتاحة FML قائم على MEC يساهم في خدمات كشف الشذوذ في الطرق مع الحفاظ على خصوصية البيانات.

2.I معمارية FML التعاونية القائمة على مطراف الحافة السحابية

في إنترنت المركبات، يستخدم النظام FMLS تعلم الآلة الموحد من أجل تعلم النظام FMLM العالمي، وهذا يطبق على خدمات كشف الشذوذ في الطرق. وتشمل مكونات النظام FMLS أصحاب البيانات المنتشرين على المركبات الذكية والمنسقين المنتشرين على نقاط النفاذ إلى الحوسبة ومخدم عملاء FML (الذي يشار إليه بالمختصر AS في الشكل 1.I) المنشور على المخدم السحابي (الذي يشار إليه بالمختصر CS في الشكل 1.I). ويُنشر النظام FMLMS في السحابة ويدير عملية التدريب على FML. وتطبق تكنولوجيات MEC لضمان جودة خدمة FML من خلال جدولة المهام والتجميع الإقليمي للنماذج. ويرد في الشكل 1.I وصف لسيناريو تدريب على FML في إطار معمارية مطراف الحافة السحابية.



الشكل 1.I – سيناريو FML تعاوني قائم على مطراف حافة سحابية في إنترنت المركبات

كما هو موضح في الشكل 1.I، فإن مسؤوليات كل طبقة من عُقد التدريب على FML هي كما يلي:

- طبقة المطراف: يستخدم أصحاب البيانات، وهم المركبات الذكية، البيانات المولدة محلياً لتدريب نظام FMLM محلي وإرسال معلمات النموذج إلى نقاط النفاذ إلى الحوسبة للتجميع الإقليمي (التجميع الثانوي).
- طبقة الحافة: تكون نقاط النفاذ إلى الحوسبة، وهي عادة وحدات على جانب الطريق في سيناريوهات المركبات، مسؤولة إفرادياً عن جمع معلمات النموذج المحلي من أصحاب البيانات داخل منطقة معينة. ثم تحدّث هذه النقاط نماذج FMLM الإقليمية من خلال التجميع الإقليمي (التجميع الثانوي)، وترسل معلمات النماذج المحدثة إلى مخدم العملاء. وبالإضافة إلى ذلك، تجمع نقاط النفاذ إلى الحوسبة البيانات الشرحية للبيانات غير المعالجة والمعلومات المتعلقة بحالة الجهاز، ثم ترسلها إلى نظام إدارة تعلم الآلة الموحد (FMLMS).
- طبقة السحابة: يُنشر في السحاب نظام FMLMS لإدارة طريق العمل المتبعة في FML. وفي الوقت نفسه، يجمع مخدم العملاء جميع معلمات النموذج الإقليمية لتعلم نظام FMLM عالمي من خلال التجميع العالمي (التجميع الأولي). وعلاوةً على ذلك، يقيّم النظام FMLMS الجودة التشغيلية للنظام FMLS.

3.I عملية إدارة النظام FMLS في التدريب على نموذج كشف الشذوذ في الطرق

في سيناريوهات FML التعاونية القائمة على مطراف الحافة السحابية، ينشر نظام FMLMS في السحابة لإدارة موارد الشبكة وجودة خدمة FML، بما يضمن فعالية الخدمة FML في إنترنت المركبات واستدامتها وأمنها. ويوضح المثال التالي عملية التدريب على نموذج كشف الشذوذ في الطرق للمركبات الذكية.

الخطوة 1: نفاذ جميع أصحاب البيانات المحتملين (أي المركبات الذكية) إلى شبكة FML. ويطلب عميل خدمة تعلم الآلة الموحد (FMLSC) من النظام FMLMS عبر السطح البيني 1 خدمة التدريب على نموذج كشف الشذوذ في الطرق، أي تدريب نموذج لكشف الشذوذ في الطرق.

الخطوة 2: يقوم النظام FMLMS بتشكيل نعوت المهمة وفقاً للطلب على الخدمة FML، فيعتبره مهمة للتعرف على الصور ويحدد الأولوية. واستناداً إلى حالة موارد الشبكة، يختار النظام FMLMS استراتيجية تحفيزية لتشجيع المزيد من أصحاب البيانات على الانضمام إلى مهمة التدريب على نموذج كشف الشذوذ في الطرق.

وباستخدام الاستراتيجية التحفيزية المتولدة، يحدد النظام FMLMS عُقد التدريب على FML من أجل مهمة FML الحالية. ثم يوزّع النظام FMLMS أدوار جميع عُقد التدريب على FML. ثم يحدد النظام FMLMS خصائص الموارد المقابلة لجميع عُقد التدريب على FML، بما في ذلك خصائص الأدوار والحساب والاتصالات والتخزين.

واستناداً إلى أدوار عُقد التدريب على FML، يولد النظام FMLMS طوبولوجيا خدمة FML، بما في ذلك علاقات الوصلة بين عُقد التدريب وتشكيلات النعوت ذات الصلة.

ثم يحدد النظام FMLMS خوارزمية التعلم وآلية التجميع لمهمة كشف الشذوذ في الطريق، مثل الشبكة العصبية التلافيفية (CNN) وخوارزمية التجميع غير المتزامن.

الخطوة 3: يرسل النظام FMLMS نموذج CNN الأولي وخاصية النظام وإذن العقدة وخاصية العقدة وطوبولوجيا الخدمة وخوارزمية التعلم وآلية التجميع إلى النظام FMLS عبر السطح البيني 2. وعلاوةً على ذلك، يرسل النظام FMLMS المعلمات المتعلقة بخوارزميات الخصوصية وخوارزميات تجفير القنوات إلى النظام FMLS عبر السطح البيني 2، محققاً تجفير بيانات النموذج وتجفير القناة لضمان خصوصية وأمن النموذج FMLM.

الخطوة 4: ينشر النظام FMLS نموذج CNN الأولي في جميع عُقد التدريب على FML، ويطلب من أصحاب البيانات معالجةً مسبقةً للبيانات غير المعالجة الخاصة بهم في نسق موحد. ثم يستخرج جميع أصحاب البيانات بيانات الصور ذات الصلة وفقاً لطلب الخدمة لتدريب النموذج FMLM المحلي.

الخطوة 5: يقوم أصحاب البيانات بتحميل النموذج المحلي المدرب إلى نقطة مجاورة للنفاذ إلى الحوسبة. ثم تولّد نقاط النفاذ إلى الحوسبة نماذج إقليمية تستند إلى بيانات النماذج المحلية المجمعة، ثم ترسل نماذج إقليمية إلى مخدم العملاء للتجميع العالمي.

الخطوة 6: يرصد النظام FMLMS الأداء التشغيلي للنظام FMLS وجودة النماذج FMLM. ويمكن للخدمة FMLMS أن تعدل طوبولوجيا الخدمة وفقاً للأداء التشغيلي وأن تحدد ما إذا كان ينبغي إنهاء مهمة التدريب على أساس جودة النموذج FMLM العالمي. وعندما تفي دقة النموذج بمتطلبات الخدمة، يرسل النظام FMLMS النموذج FMLM المدرب عالمياً إلى العملاء FMLSC عبر السطح البيني 1. وإذا لم تف دقة النموذج بمتطلبات الخدمة، تستمر مهمة التدريب.

بيبليوغرافيا

[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*.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	**إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات**
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2024