

**AIOT Пространственно-временное управление данными
и анализ данных**

AIOT Spatial-Temporal Data Management and Data Intelligence

AIOT 时空数据管理与数据智能

Чжимин Дин

Zhiming Ding

丁治明

Российская инженерная академия, Москва, Россия

Институт программного обеспечения Китайской академии наук, Пекин 100190, КНР

Russian Academy of Engineering, Moscow, Russia

Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, P. R. China

中国科学院软件研究所, Beijing 100190, P. R. China

zhiming@iscas.ac.cn;

Цзинь Янь

Jin Yan

严瑾

Институт программного обеспечения Китайской академии наук, Пекин 100190, КНР

Университет Китайской академии наук, Пекин 100049, КНР

Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, P. R. China

University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P. R. China

² *中国科学院软件研究所, Beijing 100190, P. R. China*

³ *中国科学院大学, Beijing 100049, P. R. China*

yvette.yan@mails.ucas.edu.cn

Синьжунь Сюй

Xinrun Xu

徐馨润

Институт программного обеспечения Китайской академии наук, Пекин 100190, КНР

Университет Китайской академии наук, Пекин 100049, КНР

Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, P. R. China

University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P. R. China

² *中国科学院软件研究所, Beijing 100190, P. R. China*

³ *中国科学院大学, Beijing 100049, P. R. China*

xuxinrun20@mails.ucas.ac.cn;

В докладе представлены основные проблемы и решения AIoT (AI+IoT), а также его применения и перспективы в различных областях. AIoT, интегрирующий искусственный интеллект с IoT (Интернетом вещей), представляет собой сложную и интеллектуальную систему, включающую в себя расширенный сбор и обработку данных и интеллектуальные терминалы, такие как распознавание изображений и композитные интеллектуальные датчики,

применимые в таких сценариях, как интеллектуальные инвалидные коляски для пожилых людей [1,3]. Создание такой системы AIoT предполагает формирование распределенной интеллектуальной вычислительной среды, централизованно обрабатывающей интеллектуальные внешние данные во внутреннем центре обработки данных. Интегрированное решение на периферийном облаке может обеспечить распределенные интеллектуальные вычисления с облачной обработкой глобальной обработки данных, управлением периферийным интеллектом и, наконец, внедрением специализированных сложных интеллектуальных устройств. Более конкретные задачи интегрированного решения на периферии облака включают в себя: облако должно сочетать в себе интеллектуальный интеллект IoT+GEO для обработки гетерогенных пространственно-временных типов данных в режиме реального времени [2]; периферия отвечает за обеспечение общих интеллектуальных вычислений и управление данными; конец должен иметь специальные возможности обработки данных для достижения интеллектуальной загрузки.

Для решения этих задач наше решение состоит из трех основных частей: 1. *Выражение больших пространственно-временных данных AIoT и их обработка в реальном времени* [5]. Мы разработали унифицированную технологию доступа к разнородным сенсорным данным, совместному хранению в реальном времени и анализу пространственно-временных данных. модели векторного выражения больших данных, и мы создали платформу GSTRIA для географического пространственно-временного интерактивного анализа больших данных в реальном времени. 2. *AI-анализ больших пространственно-временных данных*. У нас есть усовершенствованные алгоритмы анализа траекторий [4], алгоритмы распознавания изображений, алгоритмы видеоанализа и другие задачи. Приложения охватывают анализ эмоций, обнаружение, отслеживание и распознавание нескольких целей, мониторинг ключевых групп населения или людей, своевременное прогнозирование значимых событий и т. д. [6]. 3. *Платформа периферийных вычислений AIoT и совместное управление данными на границе облака*. Мы разработали «Мозг спутника». спутниковая платформа больших данных (GSTRIA-STAR) для облачных совместных вычислений на орбите. Эта платформа обеспечивает быстрое создание 3D-карт, обнаружение, распознавание и картографирование целей в реальном времени, а также метеорологическое распознавание атмосферных изображений.

Объединив искусственный интеллект и Интернет вещей, AIoT открывает путь к созданию более умных и эффективных систем, которые решают существующие проблемы, а также закладывают основу для новых в будущем. Наши разработанные решения продолжают расширять границы AIoT, раскрывая огромный потенциал для революционных приложений в различных отраслях.

The paper presents the main challenges and solutions of AIoT (AI+IOT), as well as its applications and prospects in various domains. AIoT, integrating AI with IoT (the Internet of Things), constitutes a sophisticated and intelligent system encompassing advanced data acquisition, data processing, and smart terminals, such as image recognition and composite intelligent sensors, applicable in scenarios like smart city and urban intelligent traffic network [1,3]. Establishing this kind of AIoT system involves a distributed intelligent computing environment processing intelligent front-end data at a centralized back-end data center. A cloud-edge-end integrated solution can enable distributed intelligent computing with cloud handling global data processing, edge managing edge intelligence, and the end implementing specialized complex intelligent devices. More specific challenges of cloud-edge-end integrated solution include: the cloud should combine IoT+GEO deep fusion intelligence to handle heterogeneous spatio-temporal data types in real-time [2]; the edge is responsible for providing general intelligent computing and data management; the end needs to have dedicated data processing capabilities to achieve intelligent loading. To tackle these challenges, our solution consists of three main parts: 1. AIoT spatio-temporal big data expression and real-time processing [5]. We developed unified access technology for heterogeneous sensor data, Real-time collaborative storage, and analysis of spatio-temporal big data vector expression models, and we established the GSTRIA platform for Geographic Spatial-Temporal big-data Real-time Interactive Analysis. 2. AI analysis of spatio-temporal big data. We have enhanced trajectory analysis algorithms [4], image recognition algorithms, video analysis algorithms, and other tasks. Applications encompass emotion analysis, multi-target detection, tracking and recognition, key population or person monitoring, timely prediction of significant events, etc [6]. 3. AIoT edge computing platform and cloud-edge collaborative data management. We developed the "Brain of Satellite" satellite-based big data platform (GSTRIA-STAR) for cloud-edge-end collaborative on-orbit computing. This platform facilitates rapid 3D map generation, real-time target acquisition, recognition, and mapping, as well as meteorological recognition for atmospheric imagery.

By combining AI and IoT, AIoT paves the way for the creation of smarter, more effective systems that handle existing problems while also laying the groundwork for new ones in the future. Our developed solutions continue to push the boundaries of AIoT, unleashing the immense potential for revolutionary applications across diverse industries.

本文介绍了 AIoT (AI+IOT) 的主要挑战和解决方案, 以及 AIoT 在各个领域的应用和前景。AIoT 是人工智能与物联网(IoT)的融合, 是一个包含先进的数据采集、数据处理以及图像识别、复合智能传感器等智能终端的复杂智能系统适用于智慧城市、智慧交通 [1, 3] 等场景。这种 AIoT 系统的建立涉及到一个分布式的智能计算环境, 在一个集中的后端数据中心处理智能前端数据。云-端

集成解决方案可以实现分布式智能计算，云处理全局数据处理，边缘管理边缘智能，端实现专门的复杂智能设备。云端集成解决方案更具体的挑战包括:云应结合物联网+GEO 深度融合智能，实时处理异构时空数据类型 [2];边缘负责提供通用智能计算和数据管理;终端需要有专门的数据处理能力，实现智能加载。

为了应对这些挑战，我们的解决方案由三个主要部分组成:1. AIoT 时空大数据表达与实时处理 [5]。开发异构传感器数据统一接入技术、实时协同存储技术、时空大数据矢量表达模型分析技术，建立地理时空大数据实时交互分析 GSTRIA 平台。时空大数据人工智能分析。我们已经增强了轨迹分析算法 [4]、图像识别算法、视频分析算法和其他任务。应用领域包括情绪分析、多目标检测、跟踪和识别、关键人群或人员监控、重大事件的及时预测等 [6]。AIoT 边缘计算平台和云边缘协同数据管理。开发“卫星大脑”星基大数据平台，实现云端协同在轨计算。该平台促进了快速 3D 地图生成、实时目标获取、识别和制图，以及大气图像的气象识别。

通过结合人工智能和物联网，AIoT 为创建更智能、更有效的系统铺平了道路，这些系统可以处理现有问题，同时也为未来的新问题奠定了基础。我们开发的解决方案不断推动 AIoT 的发展，为各行各业的革命性应用释放出巨大的潜力。

Литература

References

參考書目

1. Cai Z, Li T, Su X, et al. Research on analysis method of characteristics generation of urban rail transit [J]. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2019, 21(9): 3608-3620.
2. Wang Z, Zhang L, Ding Z. Hybrid time-aligned and context attention for time series prediction [J]. *Knowledge-Based Systems*, 2020, 198: 105937.
3. Chang M, Ding Z, Cai Z, et al. Prediction of Evolution Behaviors of Transportation Hubs Based on Spatiotemporal Neural Network [J]. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2021, 23(7): 9171-9183.
4. Jiang S, Ding Z, Zhu M, et al. Graph wavelet convolutional neural network model for spatio-temporal graph modeling [J]. *Journal of Software*, 2021, 32(3): 726-741. (in Chinese)
5. Ding Z, Jiang S, Xu X, et al. An Internet of Things based scalable framework for disaster data management [J]. *Journal of Safety Science and Resilience*, 2022, 3(2): 136-152.
6. Xu X, Jiang S, Ding Z, et al. Crowd emergency evacuation planning model based on spatiotemporal sensing data [J/OL]. *Journal of Computers*, 2023, 46(7): 1427-1444. (in Chinese)