

超大城市数据跨域流通： 形态、路径和技术框架

高嵩, 王宇航, 贾晓丰
北京市大数据中心, 北京 101117

摘要

数据跨域流通是构建全国一体化数据市场的核心环节, 面临业务形态复杂、技术路径交叉、统一框架缺失等系列难题, 而超大城市的数源分散、数据异质、场景耦合等显著特征对数据跨域流通提出了更大挑战。针对上述问题, 系统性梳理了数据跨域流通的五种业务形态和七种技术路径。在此基础上, 针对公域和私域的数据特征, 创新性提出“联邦+邦联”双层架构, 通过多智能体协作机制, 实现公域、私域及公私域间的复杂数据流通; 最后, 构建了数据跨域流通的“场景矩阵”, 并以医疗领域的数据跨域联合训练为例进行实证分析。

关键词

超大城市; 数据跨域流通; 业务形态; 技术路径; 多智能体协作

中图分类号: TP315; TP391

文献标志码: A

doi: 10.11959/j. issn. 2096-0271.2026056

Cross-domain data circulation in megacities: forms, paths and technical frameworks

Gao Song, Wang Yuhang, Jia Xiaofeng
Beijing Big Data Center, Beijing 101117, China

Abstract

Cross-domain data circulation constitutes a core link in the construction of a national integrated data market, however it is confronted with a series of challenges including complex business forms, intertwined technical pathways, and the absence of a unified framework. Furthermore, the prominent characteristics of megacities—such as decentralized data sources, data heterogeneity, and scenario coupling—impose greater challenges on cross-domain data circulation. To address these challenges, five business forms and seven technical pathways of cross-domain data circulation are systematically collated and summarized. On this basis, drawing on the distinct data characteristics of public and private domains, an innovative "federation-confederation" dual-layer architecture is proposed, which enables complex data circulation within the public domain, within the private domain, and between the two domains via a multi-agent collaboration mechanism. Finally, a "scenario matrix" for cross-domain data circulation is developed, with cross-domain federated training of medical data adopted as a case study for empirical analysis.

Key words

megacity, cross-domain data circulation, business form, technical path, multi-agent collaboration

0 引言

2024年7月,《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》中明确提出“培育全国一体化技术和数据市场”;在后续一系列密集政策中,进一步对“促进公共数据合规高效流通使用”“推进城市全域数字化转型”做了系统性部署。数据作为极其活跃的生产要素,其高效、有序的跨域流通是构建全国一体化数据市场的关键。

数据跨域流通多指数据在不同的部门、层级、地域、领域之间的流通行为,从更体系化的视角可以归纳为“三域十二跨”,即管理域的“跨主体-跨组织-跨区域-跨层级”、数据域的“跨语义-跨模态-跨系统-跨网络”、应用域的“跨场景-跨领域-跨尺度-跨信任”。目前,关于数据跨域流通的研究分为三个层面。

(1) 理论研究层面,主要聚焦两个方向:一是与“域”相关的研究,包括对“域”从地域/空间属性、管理/主体属性、技术/内容属性、流通/价值属性等多维度进行界定^[1-2],探究多域协同机理与一体化市场规律^[3-4]等;二是与“权”相关的研究,包括数据权属的动态管理、控制、分享与收益分配机制^[5],数据在跨域流通过程中参与再生产过程、实现产品化与资产化的衍生机制^[6]等。

(2) 技术研究层面,主要聚焦三个方向:一是多源分散数据的分布式管控,包括联邦控制架构、跨链调度技术、分权设计机制等^[7-9];二是多源间的可信数据传输,包括轻量级秘密分享、可信隐私保护框架、可信数据传输协议等^[10-12];三是从工程和解决方案角度对数据跨域流通过程

中的管控、传输、计算、保护等系列技术的融合实现,包括可信数据空间、数据盒、数据管道等^[13-14]。本质上,各类技术均在解决数据跨域流通的可用性、高效性和安全性之间的平衡问题。

(3) 应用研究层面,主要聚焦两个方向:一是数据的共享开放、流通交易等不同形态的机制和应用模式^[15-17];二是数据中介、数据托管、数据信托等不同新型角色的参与贡献与激励^[18]。

上述研究为数据跨域流通中各方的权属确定、分配机制、隐私保护等关键理论和技术问题提供了支撑,但因个体数据的复杂性和敏感性,现有研究多聚焦公共数据范畴,没有解决公域和私域数据流通的整体性问题;同时,某个确定场景的数据跨域流通行为中的数据需求明确、参与主体有限、权责边界清晰、技术路径具体;而超大城市作为一个全域空间的复杂系统,具有数源巨量分散、数据异质交叉、场景耦合多变等特征^[19-20],这些特征使得一个个场景下不同的数据跨域流通行为交织成一个整体动态演化的复杂网络,极大地放大了跨域的挑战。主要体现在三个方面:一是业务形态上,数据跨域流通的需求多样、概念混杂,不同业务形态从各自角度明确参与主体、关系特征、运行模式等,缺乏一体化数据市场框架下的统一界定与描述;二是技术路径上,数据跨域流通的新旧技术并行,不同路径在流通对象、供需分布、驱动模式、控制机制等方面存在显著差异,缺乏与不同业务形态的准确匹配机制;三是技术框架上,按照超大城市中公共机构、民营企业、个人三类主体数据空间1:1000:10000的规模比例,现有公域流通的技术架构在授权方式、权属演变、监管机制、贡献计量等系列设计上,无法解决大规模的私域流通和公私域跨域

问题，与一体化数据市场的需求仍有较大差距。

针对上述问题，本文对数据跨域流通的业务形态和技术路径进行了系统性归纳，提出了一种连通公域和私域的统一技术框架，并构建了“场景矩阵”，为超大城市的数据跨域流通和我国构建一体化数据市场实践提供了可行参考。

1 数据跨域流通的业务形态

1.1 业务形态分类及描述

数据流通的业务形态有多种提法，在不同的语境下定义为不同的概念，表述为并列、包含等不同关系，如“共享流通”“流通与交易”等。从本质上看，数据流通主要有五种业务形态，如图1所示。

(1) 数据共享。一般指政府侧不同部门之间的数据流通过程，分为有条件共享和无条件共享。广义上，数据共享不限于政府部门，任何组织内部不同部门间的数据互通行为都可称为数据共享。数据共享形态中，一般有独立的管理方，承担组织、标准制定、监管等职能。

(2) 授权运营。一般指公共数据的授权运营，是政府侧和社会侧融合共用的双向数据流通过程。广义上，授权运营不限于公共数据，包括所有主体对自有数据的授权运营。授权运营形态中，一般有专业化的运营机构，承担数据的二级开发、产品设计、增值服务等职能。

(3) 数据开放。一般指政府侧到社会侧的数据流通过程，分为有条件开放和无条件开放。广义上，数据开放不限于政府部门，事业单位、民营企业、社团组织等不同法人及个人都可以进行数据开放。数据开放形态中，开放主体承担数据脱敏、

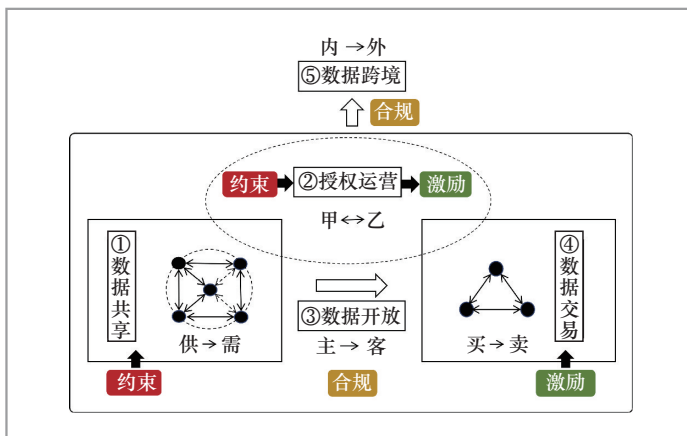


图1 数据跨域流通的主要业务形态

合规审核等职能。

(4) 数据交易。一般指社会侧不同企业之间的数据流通过程。广义上，数据交易不限于企业之间，包括所有社会主体和个人之间的数据交易。数据交易形态中，一般有第三方的数据交易场所作为平台载体，提供安全可信的交易环境及寻源、撮合、合规等服务。

(5) 数据跨境。一般指不同国家或地区之间的数据流通过程。从跨国主体角度，数据跨境具有不同主体间“共享”的属性；从多国协作角度，数据跨境具有从境内向境外开放的属性；从商品经济角度，数据跨境具有不同主体间“交易”的属性。不同于单一的共享、开放和交易行为，数据跨境有特定的合规性和安全性要求，是一类特有的业务形态。

上述五种形态均属于数据流通过程。随着数据开放程度的逐级提升，主体间的数据对称度逐步提升，数据隐私度逐步下降，数据价值度呈局部波动、整体上升趋势。

1.2 业务形态特征分析

数据跨域流通的不同业务形态在主体

关系、数据流向、衍生性及动力机制等特征上存在显著差异（见表1）。

（1）主体关系。数据共享形态中，主体间基于明确场景体现为“供-需”关系。授权运营形态中，授权者和被授权者基于确定的协议体现为“甲-乙”关系。数据开放形态中，开放主体和获取者之间基于非前置需求体现为“主-客”关系。数据交易形态中，主体间基于市场化机制体现为“买-卖”关系。数据跨境形态中，主体间因政体和政策不同，体现为“内-外”关系。上述五种业务形态的主体关系，本质上均为“供-需”关系，但各有侧重，如授权运营更侧重授权方和被授权方的“协议性”，数据开放更侧重开放者的“主体性”，数据跨境更侧重国别间的“主权性”。

（2）数据流向。五种业务形态在数据流向上均为政府部门（G）、企业（B）、个人（C）之间的数据流转。根据前述狭义视角的定义，数据共享为政府部门之间（G2G），授权运营为政府部门和企业之间（G2B），数据开放为政府部门向企业、个人（G2B/C），数据交易为企业之间（B2B），数据跨境以企业间（B2B）为主。广义视角上，各类形态基本均可覆盖不同主体间的数据流通，如上下游企业间的数据授权运营（B2B）、平台企业向行业监管部门的数据开放（B2G）、人工智能企业购

买个人用户的语音数据（B2C）等。

（3）衍生性。从数据流通过程中是否产生衍生数据来看，五种业务形态分为三种情况：数据共享一般以原生数据为主，衍生性低；数据开放包括原生数据、脱敏数据、数据产品等多种形式，衍生性中等；授权运营、数据交易及大多数数据跨境以数据产品为主，衍生性高。

（4）动力机制。从数据流通行为的驱动源头看，五种业务形态涉及正向动力（激励机制）和负向动力（约束机制）。其中，数据共享和数据开放主要为负向动力，主体为履行职责或落实任务要求开展；数据交易为正向动力，主体基于收益预期开展；授权运营从授权主体角度有一定的职责和任务要求，从运营主体角度有一定的收益预期，负向动力与正向动力兼具；数据跨境在不同场景下面临负向动力或正向动力的不同情况。

2 数据跨域流通的技术路径

2.1 技术路径分类及描述

数据跨域流通在技术实现上有多种路径，在不同的语境下表述为不同的概念，如拆解到最小单元的“数据传输”、支撑不同域间的“联合训练”、平衡计算和保护问

表1 数据跨域流通的业务形态特征比较

业务形态	主体关系	数据流向(狭义)	数据流向(广义)	衍生性	动力机制
数据共享	供-需	G2G	所有组织内部	低	负向
授权运营	甲-乙	G2B	B2B、C2B等	高	负向+正向
数据开放	主-客	G2B/C	B2G、B2C等	中	负向
数据交易	买-卖	B2B	B2C、C2B、C2C等	高	正向
数据跨境	内-外	以B2B为主	G2G、B2C、C2B等	中/高	负向/正向

题的“可信数据空间”等。按照流通对象的“数据-信息-知识”三个层次，五种跨域流通业务形态主要有七种技术路径，如图2所示。

(1) A1：“采摘”模式。以“点对点传输”为代表，供给方和需求方直接对接。该模式符合大多数供给方的意愿，对外保持域内“黑盒”，同时对供给的数据保持“一事一议”的控制。这种直连方式对单次流通过程是简单、高效的，但对于整体流通网络是无序、低效的，不符合一体化数据市场的需求，只可用于解决特殊情况。

(2) A2：“菜场”模式。以“共享交换”为代表，各方基于统一的目录体系，以前置节点方式接入统一的中间方平台实现数据交换。该模式解决了全域空间下“有什么、在哪里”的问题，但由于前置节点的存在，其依然没有从根本上打破“孤岛”，数据流通效率受限于供需双方的主动性。

(3) A3：“超市”模式。以“数据汇聚”为代表，将基础、高频的数据物理集中至统一的中间方平台，需求方按需获

取。该模式解决了数据跨域流通过程中供给侧的重复供给和授权问题，但带来了数据权属、管理责任和安全风险的转移；同时，大集中方式适用于解决领域性问题，但无法解决超大城市全域空间下的复杂性问题。

(4) A4：“外卖”模式。以“分布式管控”为代表，通过统一的中间方平台实现分散数据的统一授权管理，以授权驱动代替数据流动。该模式将数据孤岛问题的焦点由“岛”转向“孤”，解决了全域空间下海量、分散数据源的统一管理问题，但依然受限于供给方的主动性，也未解决跨域流通中的供需语义异质等问题。

(5) A5：“直播”模式。以“数据推介”为代表，通过多个中间方平台对数据进行专题设计和推介。该模式是一种数据流通的新路径，与之相匹配的是数据经纪、数据管家、数据保险等新的经济形态，打破了前述模式中的供给方局限，是一体化数据市场下产业链细分的重要标志，但放大了流通过程中的“低质量”和“伪需求”问题。

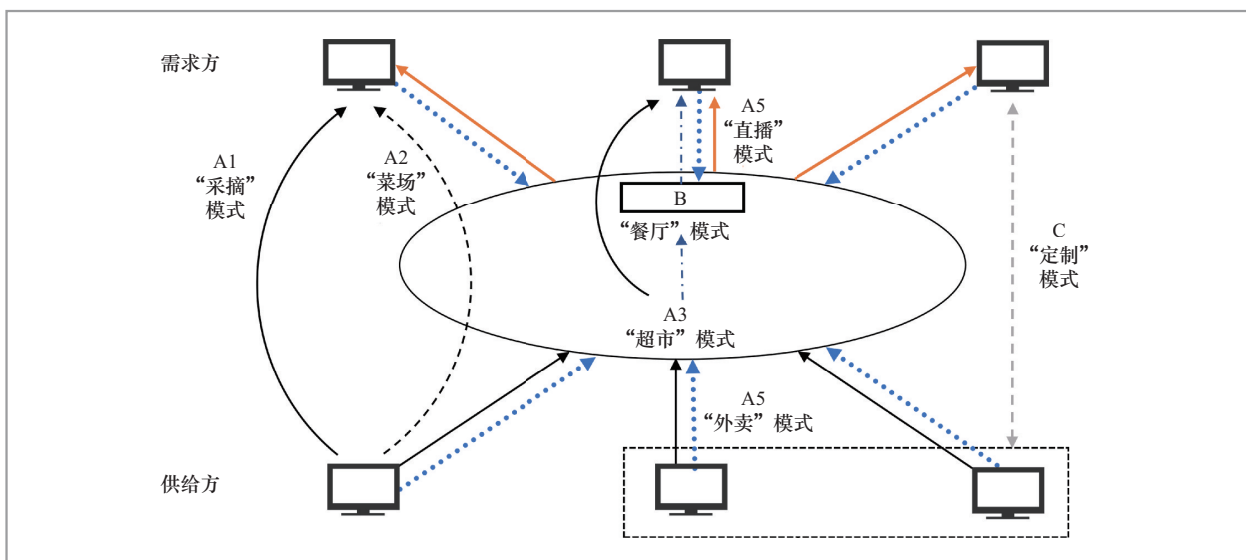


图2 数据跨域流通的七种技术路径

(6) B:“餐厅”模式。以“数据产品”为代表,数据流通的对象从原生数据转变为衍生信息。该模式解决了共性需求的响应问题,减少了需求侧的重复治理,但未解决场景“千人千面”带来的持续性和高成本问题。

(7) C:“定制”模式。以“个性化服务”为代表,针对场景需求进行定制化响应。该模式是数据流通的特殊业务形态,解决了特定场景下的域内保护与域外计算平衡,适用于面向决策需求的专题供给,但无法作为跨域流通的主要业务形态大规模复制。

2.2 技术路径特征分析

数据跨域流通的不同技术路径在各参与方(供给方、中间方、需求方)的分布形式、供需双方是否见面及主驱动方等特征上存在显著差异(见表2)。

(1)从供需双方“集中/分布”的角度,技术路径分为三种情况:一是供需双方均为分布形式,包括A1、A4~A5、B、C五种路径;二是供需双方均为集中形式,主要为A2路径;三是供给方分布、需求方集中,主要为A3路径。

(2)从供需间“有无中间方”的角度,技术路径分为两种情况:一是无中间方介入,包括A1和C两种路径;二是有中间方介入,包括A2~A5、B五种路径。

(3)从供需双方“是否见面”的角度,技术路径分为两种情况:一是供需双方在数据流通过程中需要直接对接(见面),包括A1~A2、B、C四种路径;二是供需双方在数据流通过程中通过与中间方的交互间接建立联系(不见面),包括A3~A5三种路径。

(4)从“主驱动方”的角度,技术路径分为三种情况:一是数据流通行为由需求方发起、但最终能否达成取决于供给方,即表现为需求方驱动、实为供给方驱动,包括A1~A2、A4、B四种路径;二是数据流通行为由中间方推动,供需双方均有可替代性,包括A3和A5两种路径;三是真正的需求方驱动,主要为C路径。

3 数据跨域流通的技术框架

3.1 总体框架

当前,数据的跨域流通仍然以公域为

表2 数据跨域流通的技术路径特征比较

技术路径	供给方	中间方	需求方	供需双方是否见面	主驱动方
A1:“采摘”模式	分布	无	分布	见面	供给方
A2:“菜场”模式	集中	有	集中	见面	供给方
A3:“超市”模式	分布	有	集中	不见面	中间方
A4:“外卖”模式	分布	有	分布	不见面	供给方
A5:“直播”模式	分布	有	分布	不见面	中间方
B:“餐厅”模式	分布	有	分布	见面	供给方
C:“定制”模式	分布	无	分布	见面	需求方

主，流通场景集中在G2G、G2B和B2B，以释放公共数据的价值为导向。这种格局的成因并非公共数据的规模更大、价值密度更高，而是民营企业 and 个人的数据在权属、定价、分配等系列难题上更难攻克。实际上，后者的数据体量和复杂度远超前，且C端场景的规模化才是一种经济形态走向成熟的标志。基于此，针对超大城市的数据跨域流通，本文提出一种更具体系性的架构，同时满足公域、私域及公私域间的复杂数据流通需求，数据跨域流通的技术框架如图3所示。

(1) 宏观面：“联邦+邦联”双层架构。通过联邦（federation）机制的“中心集权+节点分权”，实现公域内各主体间的数据跨域流通，对公共机构的数据空间进行可控调度；通过邦联（Confederation）机制的“联盟共识+节点主权”，实现私域内各主体间的数据跨域流通，同时保持民营企业和个人数据空间的自主性；通过公域主节点和私域主节点的智能映射，实现公域主体和私域主体之

间的数据跨域流通，适配数据在流通过程中因衍生性产生的权属变化。

(2) 中观面：多智能体协作的多源跨域。主体间的数据交互机制由传统的“机器-机器”（machine-to-machine, M2M）转变为“智能体-智能体”（agent-to-agent, A2A），多主体间的串行和并行数据流通通过多智能体的自主决策与协议化交互实现。

本文提出的数据跨域流通的技术框架适用于公域、私域及公私域间不同颗粒度的数据流通需求，可解决组织内多系统间、领域内多组织间、区域内多领域间及城市全域空间下的跨尺度流通问题。技术实现上涉及两类关键技术，一是单源内部的数据感知、识别与获取，二是多源之间的跨域协同与融合，具体阐述如下。

3.2 单源跨域：基于特征识别的数据探针技术

对于大尺度的数据空间，其内部是一

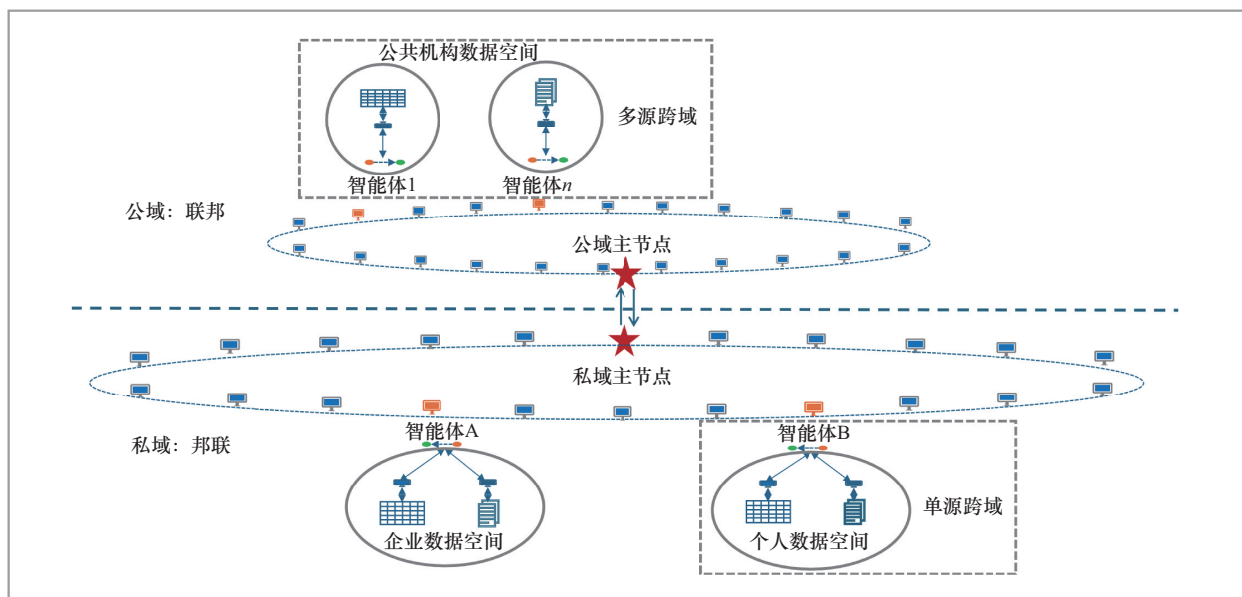


图3 数据跨域流通的技术框架

个复杂的组织体系，存在多级细分的管理域和数据域，对数据的感知、识别和获取本质上是一种单源内部的跨域行为。通过基于特征识别的数据探针技术（如图4所示），深度融合业务场景知识库与协同过滤算法，构建面向场景适配的实时迭代校正模型，有效挖掘数据特征与业务需求间的隐性关联，动态优化源侧数据感知场景的深度适配能力。

(1) 智能探测识别。针对元数据缺失、即时性不足的问题，采用密度聚类算法和过滤函数动态捕获数据源连接状态及元数据信息（如字段类型、约束规则、更新时间），批量自动识别数据结构与语义信息，精准定位字段不全、主键缺失、更新异常等数据质量问题。

(2) 自动抽取转换。针对权限管控不足、多源适配性弱的问题，基于自适应数据字典与校正函数，动态授权并触发数据探针全量/增量采集，以唯一标识为主键完

成数据拼接、字段补全与一致性校验，生成包含编码、元数据、访问规则等的标准数据目录集。

(3) 轻量化封装服务。针对端侧数据服务接口冗余、管控不足的问题，通过智能合约机制开展实时权限判断，灵活适配端侧调用的即时需求，按需生成遵循统一规范与安全策略的轻量化应用程序接口（API），支持多源数据的分布式授权访问与协同治理。

3.3 多源跨域：基于多智能体协作的跨域数据融合技术

针对不同数据空间之间的多源数据跨域，在“联邦—邦联”架构管控下实现多智能体协作机制，基于多智能体协作的跨域数据融合技术如图5所示。

(1) 串行方式。针对各域数据结构同质、语义和知识互补的情形，在通用基础

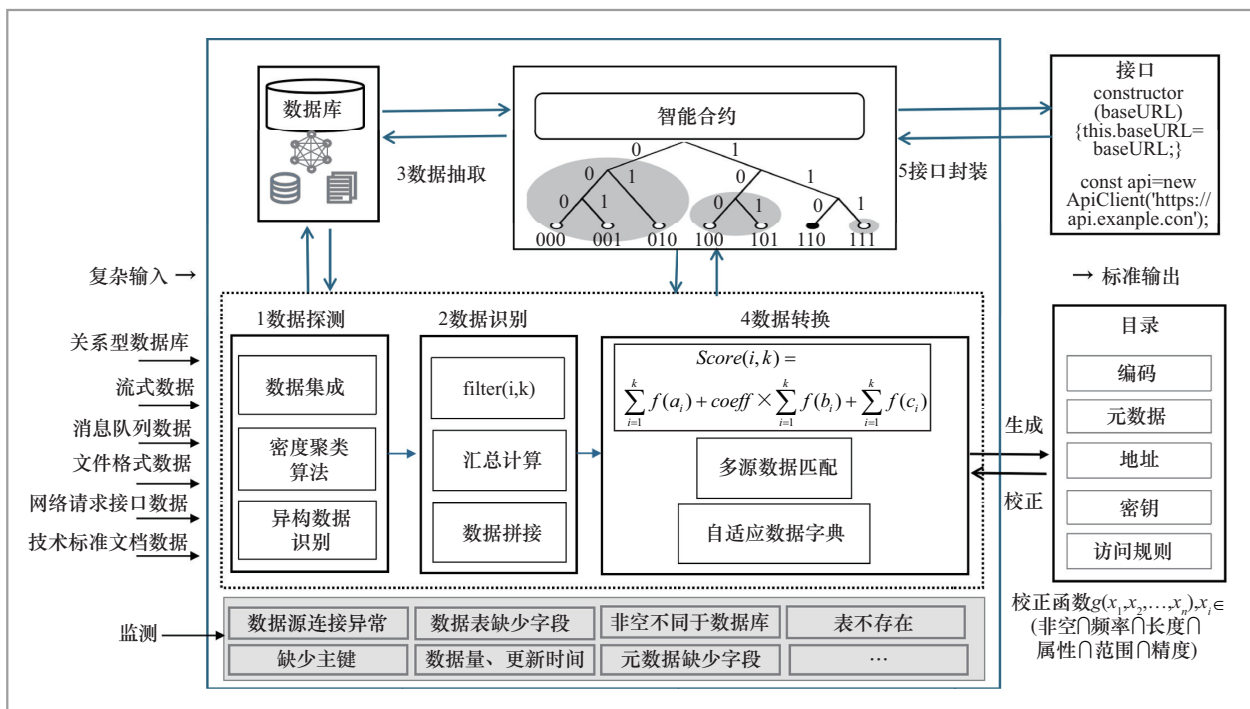


图4 基于特征识别的数据探针技术

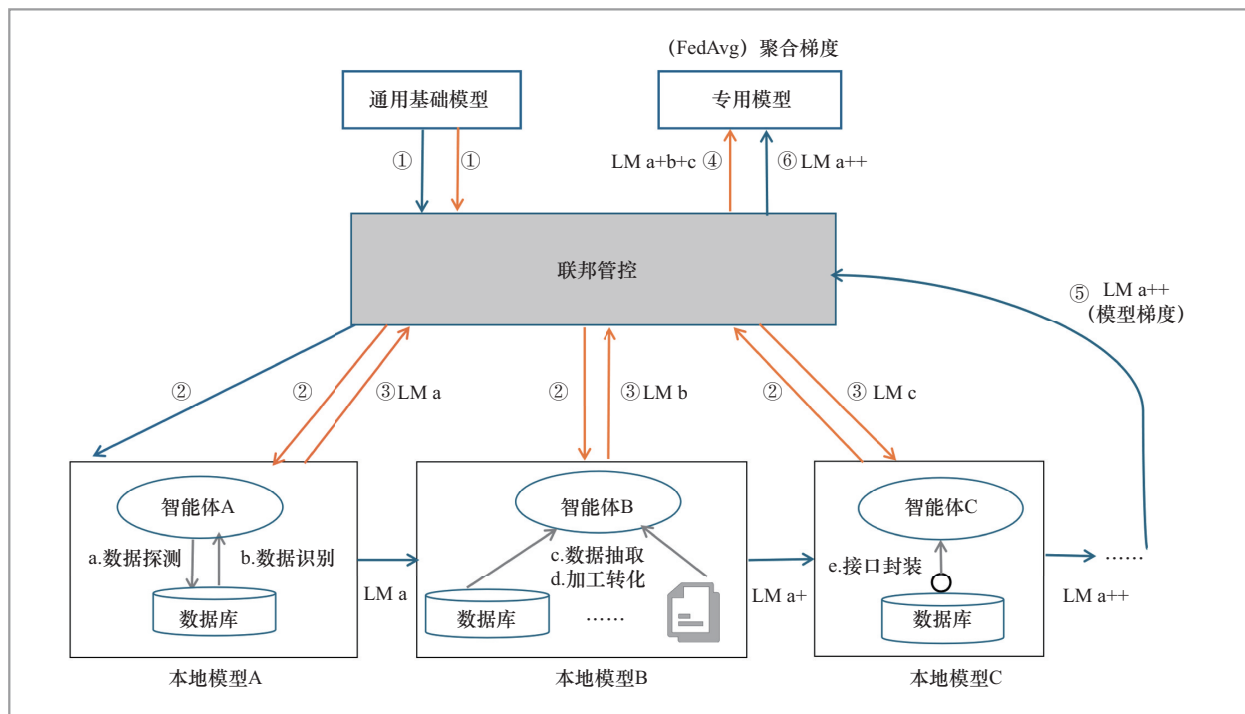


图5 基于多智能体协作的跨域数据融合技术

模型语言 (LM) 基础上, 逐域进行专用模型的训练或计算 ($LM\ a \rightarrow LM\ a++ \rightarrow LM\ a++$), 通过模型梯度聚合实现串行的数据跨域流通。

(2) 并行方式。针对各域数据的结构、语义、知识异质的情形, 在联邦管控机制下, 将通用基础 LM 以算法分片的方式, 同步分发至各域进行模型训练或计算, 嵌入控制因子形成统一的模型 ($LM\ a+b+c$), 实现并行的数据跨域流通。

(3) 混合调度。在复杂场景下, 需要串行和并行两种方式的混合调度。针对通用性的基础需求, 通过并行方式实现模型的快速收敛; 针对专业性的精准需求, 通过串行方式实现逐步精调; 通过“前并后串”的混合策略, 实现多源跨域效率和准确性的平衡。

4 数据跨域流通的应用实证

4.1 数据跨域流通的“场景矩阵”

针对数据跨域流通的五种业务形态和七种技术路径, 构建 5×7 “场景矩阵” (见表 3), 矩阵中的各行为管理视角、各列为技术视角, 每一种业务形态和技术路径的交点为一类代表性场景 (表 3 中为该场景的示例)。

数据共享对各技术路径均涉及, 代表不同场景需求, 其中以 A3、A4 和 B 三种技术路径对应的场景为主; 授权运营一般不采用“点对点”直连, 对其他技术路径均涉及, 以 B、C 两种技术路径对应的场景为主; 数据开放根据普适性及特定的开放内容和开放对象, 分 A3、A5 和 C 三种

表3 数据跨域流通的“场景矩阵”

业务形态	A1: 采摘模式	A2: 菜场模式	A3: 超市模式	A4: 外卖模式	A5: 直播模式	B: 餐厅模式	C: 定制模式
数据共享	执法视频共享	房屋交易	基础数据共享	医保共享	城市公共数据共享	考生资格核验	出租机构纳税核验
授权运营	-	时空服务	企业征信服务	医疗大模型训练	人流量监测	企业画像服务	企业经营核验
数据开放	-	-	目录/数据集开放	-	高质量数据集开放	-	竞赛数据定向开放
数据交易	场外:用户标签互换	场内:个体贡献交易	-	场内:医疗影像交易	场内:专题数据推介	-	场外:专有数据交易
数据跨境	-	-	-	-	-	企业信用查询	跨国银行联合监管

技术路径对应不同场景；数据交易一般不采用无场景的上架和定制，对其他技术路径均涉及，其中以A4、A5两种技术路径对应的场景为主；数据跨境的场景相对收敛，根据单向流通和多方联合需求，分B、C两种技术路径对应不同场景。上述“场景矩阵”对应超大城市中的多场景耦合数据集，为数据跨域流通的理论、技术和应用研究提供了实证层面的重要参考。

4.2 场景实例：医疗数据跨域联合训练

以胸科大模型的跨域联合训练为例：胸科疾病作为一个专业、复杂病种，相关数据分散存储于不同级别、不同类型医疗机构的医院信息系统（HIS）、影像存储与传输系统（PACS）等不同系统中，来自不同的数据采集设备，具有不同的数据标准和数据模态（如病历文本、医学影像）。各医疗机构的数据及机构外数据源是相对独立的数据空间，胸科大模型需要实现数据在不同数据空间之间的联合训练，是一个典型的数据跨域流通场景。通过数据跨域流通的双层架构，打通医疗机构私域间

的数据，实现基础大模型和医疗垂域大模型基础上的胸科专业大模型联合训练，医疗数据跨域流通实例如图6所示。

通过数据探针技术，实现各个机构内（私域）不同数据源之间的数据流通，对存储于不同系统的诊疗记录、病例文本、医学影像等多模态数据进行探测、治理与增强，叠加专家知识形成精标和对齐后的系列“Q-A对”（问答对）数据，构成一个可用于联合训练输出的私域数据空间；通过每个数据空间的代理节点，在多机构之间建立多智能体协作机制，实现私域间的跨域流通，将“基础病情筛查”的并行训练和“特殊病症诊疗”的串行训练有效结合，在快速覆盖胸科疾病谱系特征的基础上，进行逐域精调，最终完成胸科大模型的跨域联合训练。

5 结束语

本文针对超大城市数据跨域流通面临的业务形态复杂、技术路径交叉、统一框架缺失等难题，系统性梳理了数据跨域流通的五种业务形态和七种技术路径；针对

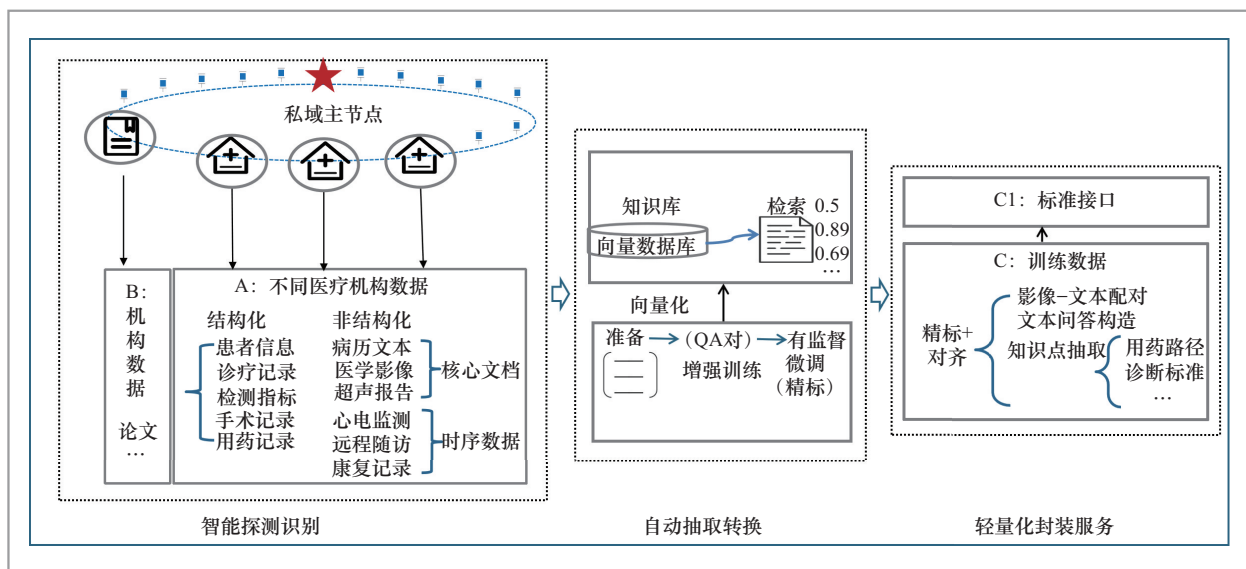


图6 医疗数据跨域流通实例

现有技术架构面向公域数据流通的局限，创新提出“联邦+邦联”双层架构与多智能体协作机制，实现公域、私域及公私域间的复杂数据流通，并通过“场景矩阵”和医疗数据跨域联合训练进行了实证。下一步，将聚焦以下三个方向开展进一步研究：一是数据层面，建立数据语义和权属的动态表示与多源耦合机制，解决跨域流通过程中的衍生性变化问题；二是架构层面，研究联邦智能与智能邦联的节点自主智能与跨域协作方式，实现“数据-模型-智能体”的分层跨域联邦；三是应用层面，基于超大城市数据跨域流通的“场景矩阵”，开展不同业务形态和技术路径下的效用评估与价值量化研究，为全国一体化数据市场的构建提供“多源协同-多态应用”的实证参考。

参考文献：

- [1] Kitchin R, Davret J, Kayanan C M, et al. Data mobilities: rethinking the movement and circulation of digital data [J]. *Mobilities*, 2025, 20(5): 1002-1020.
- [2] 杜小勇, 李彤, 卢卫, 等. 跨域数据管理[J]. *计算机科学*, 2024, 51(1): 4-12.
Du X Y, Li T, Lu W, et al. Cross-domain data management[J]. *Computer Science*, 2024, 51(1): 4-12.
- [3] Koutroumpis P, Leiponen A, Thomas L D W. Markets for data[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2020, 29(3): 645-660.
- [4] 何玉长, 王伟. 数据要素市场化的理论阐释[J]. *当代经济研究*, 2021(4): 33-44.
He Y C, Wang W. Theoretical explanation of marketization of data elements [J]. *Contemporary Economic Research*, 2021(4): 33-44, .
- [5] Asswad J, Marx G ómez J. Data ownership: a survey[J]. *Information*, 2021, 12(11): 465.
- [6] 熊贇, 朱扬勇. 数据产品及其流通监管体系研究[J]. *大数据*, 2025, 11(3): 98-107.
Xiong Y, Zhu Y Y. Research on data product and their circulation regulatory

- framework[J]. *Big Data Research*, 2025, 11(3): 98–107.
- [7] Belchior R, Vasconcelos A, Guerreiro S, et al. A survey on blockchain interoperability: past, present, and future trends[J]. *ACM Computing Surveys*, 2021, 54(8): 1–41.
- [8] Sahoo S, Halder R. Traceability and ownership claim of data on big data marketplace using blockchain technology [J]. *Journal of Information and Telecommunication*, 2021, 5(1): 35–61.
- [9] Dai W Q, Dai C K, Choo K R, et al. SDTE: a secure blockchain-based data trading ecosystem[J]. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 2020, 15: 725–737.
- [10] Arachchige P C M, Bertok P, Khalil I, et al. A trustworthy privacy preserving framework for machine learning in industrial IoT systems[J]. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2020, 16(9): 6092–6102.
- [11] Verma G. Blockchain-based privacy preservation framework for healthcare data in cloud environment[J]. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 2024, 36(1): 147–160.
- [12] Elhoseny M, Shankar K. Reliable data transmission model for mobile ad hoc network using signcryption technique[J]. *IEEE Transactions on Reliability*, 2020, 69(3): 1077–1086.
- [13] 任洪润, 朱扬勇. 数据管道模型: 场外流式数据市场形态探索 [J]. *大数据*, 2023, 9(3): 15–28.
- Ren H R, Zhu Y Y. Data pipeline model: exploration of the over-the-counter form of streaming data[J]. *Big Data Research*, 2023, 9(3): 15–28.
- [14] 梅宏, 黄罡. 可信数据空间: 数据产业高质量发展的新动力 [J]. *智慧中国*, 2024(12): 20–21.
- Mei H, Huang G. Trusted data space: a new driving force for the high-quality development of data industry[J]. *Wisdom China*, 2024(12): 20–21.
- [15] Alaoui S S, Farhaoui Y, Aksasse B. Data openness for efficient e-governance in the age of big data[J]. *International Journal of Cloud Computing*, 2021, 10(5/6): 522.
- [16] Nguyen L D, Leyva-Mayorga I, Lewis A N, et al. Modeling and analysis of data trading on blockchain-based market in IoT networks[J]. *IEEE Internet of Things Journal*, 2021, 8(8): 6487–6497.
- [17] 高丰. 厘清公共数据授权运营: 定位与内涵 [J]. *大数据*, 2023, 9(2): 16–32.
- Gao F. Investigation into authorized public data operation: its positioning and nature[J]. *Big Data Research*, 2023, 9(2): 16–32.
- [18] Lomotey R K, Kumi S, Deters R. Data Trusts as a Service: Providing a platform for multi-party data sharing[J]. *International Journal of Information Management Data Insights*, 2022, 2(1): 100075.
- [19] 江小涓, 宫建霞, 李秋甫. 数据、数据关系与数字时代的创新范式 [J]. *中国社会科学*, 2024(9): 185–203, 208.
- Jiang X J, Gong J X, Li Q F. Data, data relationships and innovation paradigms in the digital age[J]. *Social Sciences in China*, 2024(9): 185–203, 208.
- [20] 贾晓丰, 高嵩, 周琰, 等. 一种面向超大城市治理的数据高效跨域流通技术框架 [J]. *数据与计算发展前沿*, 2023, 5(5): 35–45.
- Jia X F, Gao S, Zhou Y, et al. A technical framework of efficient cross-domain data circulation for mega-city governance[J]. *Frontiers of Data & Computing*, 2023, 5(5): 35–45.

作者简介



高嵩（1986-），女，研究员，北京市大数据中心正高级工程师，主要研究方向为数据治理与数据智能、分布式系统。



王宇航（1997-），女，北京市大数据中心工程师，主要研究方向为时空数据挖掘、数据智能。



贾晓丰（1985-），男，博士，教授级高级工程师，北京市大数据中心数据部部长，CCF数据治理与发展技术委员会常委，主要研究方向为复杂系统数据治理、时空智能、意图计算等。

收稿日期: 2026-03-19