

团体标准

T/ITS 0295-2024

自主式交通系统 语义信息交互总体技术要求

Autonomous transportation system—
General technical requirements of semantic information interaction

(征求意见稿)

本稿完成日期：2025 年 2 月 25 日

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025-**-**发布

2025-**-**实施

中国智能交通产业联盟 发布

中国智能交通产业联盟

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 语义信息交互总体架构 2

6 语义信息构建与理解技术 4

7 语义信息交互控制技术要求 6

8 语义信息交互流程 9

中国智能交通产业联盟

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：北京邮电大学、北京交通大学、中国信息通信研究院、中国信息通信科技集团有限公司、中国联合网络通信集团有限公司、中国移动通信集团有限公司、华路易云科技有限公司、北京航空航天大学，索尼（中国）有限公司，南京大学。

本文件主要起草人：李静林、袁泉、董宏辉、葛雨明、房家奕、周光涛、辛亮、任毅龙、鲁瑞、周海波。

自主式交通系统 互操作传输协议

1 范围

本文件规定了自主式交通系统的语义信息交互总体技术框架和技术要求,包括自主式交通系统语义信息交互的总体架构和接口描述,以及基于语义信息交互的服务技术要求、语义信息交互的通信技术要求等。

本文件适用于自主式公路交通系统、自主式轨道交通系统、自主式水路交通系统等自主式交通系统的交通主体间互操作传输。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 7027—2002 信息分类和编码的基本原则与方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自主式交通系统 autonomous transportation system

自主式交通系统是以自感知、自适应、自学习、自组织为特征的高度自治的交通系统。

3.2

自主式公路交通系统 autonomous highway transportation system

利用新兴技术,在一定程度上实现自动化感知、自动化决策和自动化执行的公路交通系统,也称为自主化道路交通系统。

3.3

自主式轨道交通系统 autonomous rail transportation system

通过车-轨-云协同控制实现环境感知、自主决策和精准执行的轨道交通系统，在少人或无人干预的情况下完成列车运行调度、安全防护、乘客服务等全流程功能，也称为自动驾驶轨道交通系统。

3.4

自主式水路交通系统 **autonomous waterway transportation system**

利用新兴技术，通过自动化感知、自动化决策和自动化执行，实现船舶、航道、港口等要素智能协同运行的水路交通系统。

3.5

互操作 **interoperability**

一般指两个或两个以上的系统或组件能够交换信息并且使用那些已经交换信息的能力。

3.6

语义错误率 **semantic error rate**

语义错误率是语义内容损失情况的描述，即接收到的语义信息中未能被正确理解的语义信息比例，不同语义信息模型有不同的语义错误率计算方式。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CBR: 信道忙率 (Channel Busy Ratio)

DSM: 专用短消息 (Dedicated Short Message)

DSMP: 专用短消息协议 (Dedicated Short Message Protocol)

LTE: 长期演进技术 (Long Term Evolution)

LTE-V2X: 基于LTE的车用无线通信技术 (LTE Vehicle to Everything)

RSRP: 参考信号接收功率 (Reference Signal Receiving Power)

RSSI: 接收信号强度指示 (Received Signal Strength Indication)

SINR: 信号与干扰加噪声比 (Signal to Interference plus Noise Ratio)

5 语义信息交互总体架构

5.1 语义信息交互架构

自主式交通系统涉及道路、水运、轨道、航空等多种交通方式，支持人-载运装备-基础设施-交通管控系统等多种自主式交通主体。自主式交通主体对自身状态和环境感知信息进行语义信息抽取，通过对自身行为意图或多主体间行为意图进行语义抽象，在自主式交通主体间进行语义信息的交互。通过多自主式交通主体间的语义信息交互，实现自主式交通主体间的互操作，完成协同认知或协同决策等自主协同任务。

自主式交通系统语义信息交互总体技术要求仅针对交通环境中的人与载运装备之间、载运装备之间、载运装备与路侧或航道侧的基础设施和交通管控系统之间的语义信息交互。

自主式交通系统的语义信息交互总体架构如图1所示。

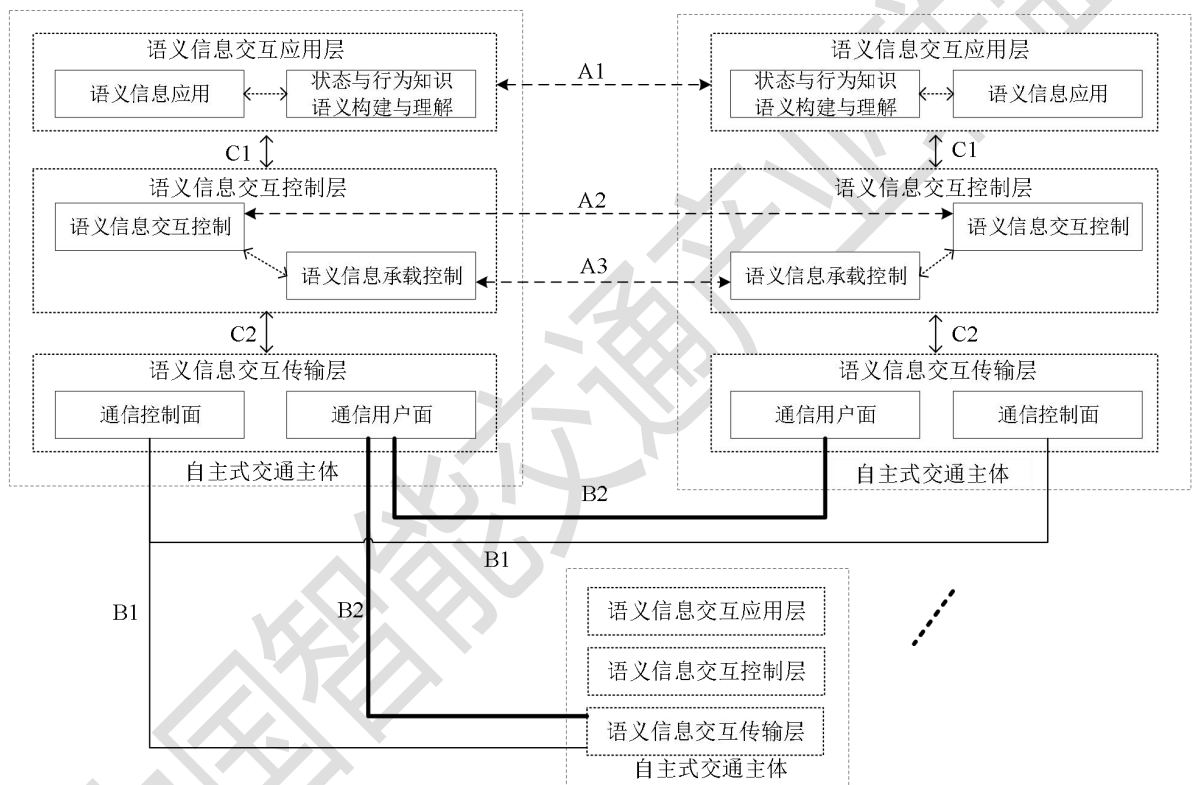


图1 自主式交通系统语义信息交互总体架构

5.2 自主式交通主体的语义信息交互层次

自主式交通主体的语义信息交互层次包括语义信息交互应用层、语义信息交互控制层、语义信息交互传输层。

- 语义信息交互应用层完成自主式交通主体对自身或周边环境的状态与行为进行语义信息构建与理解，并通过获得其他自主式交通主体交互的语义信息，完成语义信息的应用处理。

- b) 语义信息交互控制层完成自主式交通主体语义信息交互全过程的控制，提供可交换语义信息的自主式交通主体发现，自主式交通主体间语义信息交互控制，自主式交通主体间语义信息承载控制，保障自主式交通主体间的语义信息能够按需正确的进行交换。
- c) 语义信息交互传输层完成自主式交通主体语义信息交互的数据传输，提供网络的通信和传输状态，通过接口的配置提供差异化数据传输质量保障。

5.3 自主式交通主体间的语义信息交互接口

自主式交通主体间的语义信息交互由A1、A2、A3接口定义，由B1、B2接口承载。自主式交通主体内各层次间交互由C1、C2接口定义。

- a) A1 接口是语义信息交互接口，完成语义信息交互应用层之间的语义信息内容互操作。
- b) A2 接口是语义信息交互控制接口，完成语义信息交互控制层之间的语义信息应用能力发现，语义信息交互模式与交互拓扑的控制，保障处于运动过程中的多自主式交通主体之间的语义信息动态交互能够正常完成。
- c) A3 接口是语义信息承载控制接口，完成语义信息交互控制层之间的语义信息数据封装与传输过程控制，承载类型切换控制，保障多自主式交通主体之间语义信息的可靠传输控制。
- d) B1 接口是语义信息交互控制内容的通信传输接口，作为通信控制面完成语义信息交互控制协议的承载。
- e) B2 接口是语义信息交互内容的通信传输接口，作为通信用户面完成语义信息传输协议的承载。
- f) C1 接口是语义信息交互控制层与语义信息交互应用层之间的接口，向语义信息交互应用层提供自主式交通主体能力信息和交互的语义信息，并向语义信息交互控制层下发语义信息交互意图，提供编码好的要发送的语义信息内容。
- g) C2 接口是语义信息交互传输层与语义信息交互控制层之间的接口，向语义信息交互控制层提供多制式多模式语义信息数据收发通信能力，并在接收数据时提供通信性能探测指标。

6 语义信息构建与理解技术

6.1 语义信息描述形式

自主式交通主体交互的语义信息是基于真实物理环境建立的对应知识表示，是自主式交通主体对自身状态信息和感知到的周边环境状态信息等的语义化描述，是自主式交通主体对自身主体行为意图和多交通主体协同交互行为意图等的语义化描述。

语义信息的描述形式主要包括：

- a) 基于自然语言的语义表示,使用自然语言的语法结构和词汇,以句子或短语的形式表达语义内容;
- b) 基于本体的语义表示,使用形式逻辑语言,通过系统地定义概念体系及其内在逻辑关系来表示语义信息;
- c) 基于规则的语义表示,使用预定义的规则描述体系及其内在含义来标识语义信息;
- d) 基于人工神经网络编码的语义表示,通过人工神经网络学习机制,将数据编码为特征向量,以向量形式捕捉和表达数据中的语义信息;
- e) 基于隐式神经表示的语义表示,通过人工神经网络隐式模型,在潜在空间中捕捉数据的内在结构和深层语义信息。

6.2 语义信息构建技术要求

语义信息构建提供对状态与行为知识的语义信息提取与表示等能力。

针对状态与行为知识的语义信息提取,主要包括:

- a) 根据语义信息交互需求,对所需交互数据进行对齐、融合等操作,并对融合后的数据进行深层语义信息提取,使用选定的语义表示方法进行语义信息描述;
- b) 基于语义信息交互需求、通信资源等,将语义信息划分为不同重要等级,并通过重要性信息进行指示。

针对状态与行为知识的语义信息表示,主要包括:

- a) 基于自然语言或本体的语义信息描述,需要根据本体论体系构建交通领域本体,定义描述交通状态和行为概念的语义实体、属性和关系,建立语义信息的本体库;
- b) 基于规则的语义信息描述,需要根据预定义规则体系定义符合条件的参数和参数的取值范围,建立预定义规则的协议或规范;
- c) 基于人工神经网络编码或隐式神经表示的语义信息描述,需要根据人工神经网络体系构建交通领域人工神经网络模型,定义认知交通状态和行为的人工神经网络结构、属性和适配要求,建立语义信息的模型库;
- d) 针对语义信息交互需求,对提取到的交通主体自身状态信息、周围环境信息、自身行为意图、多主体协同交互行为意图等语义进行结构化表示处理,形成语义信息;
- e) 根据语义信息交互要求,采用合适的封装格式进行语义信息数据封装。

6.3 语义信息理解技术要求

语义信息理解提供语义信息解析、语义信息计算等能力。主要包括：

- a) 根据语义信息交互要求，采用合适的封装格式对收到的语义信息数据进行解码；
- b) 根据语义信息交互过程中提供的语义表示类型，选择对应的语义信息解析方法，对接收到的语义信息进行语义解析；
- c) 针对语义信息应用的语义信息交互需求，根据计算推理机制与解析语义信息，进行深层隐含语义的计算与推理。

6.4 语义信息交互技术要求

自主式交通主体间通过A1接口完成语义信息交互，语义信息交互过程至少应具备以下要求：

- a) 提供语义信息类型标识，描述所使用的语义信息表示，包括自然语言、本体、人工神经网络编码、隐式神经网络等，并提供类型标识扩展能力；
- b) 提供语义信息模型标识，描述所使用的语义信息表示的具体构建和解析模型标识，并提供同一种模型的不同变种、不同版本等属性扩展能力；
- c) 提供语义信息解析器，支持根据选择的语义信息模型进行语义信息的构建与解析；
- d) 对语义信息交互的表达能力进行评估，根据语义错误率指标更新语义信息模型与语义库；
- e) 根据不同语义信息重要性要求和接收到的语义信息的语义错误率进行评估，确定是否重传。

7 语义信息交互控制技术要求

7.1 语义信息交互模式

语义信息交互过程中，需支持多种交互拓扑，主要包括点到点单跳、点到点多跳、点到多点单跳、点到多点多跳、广播交互拓扑等。

语义信息交互过程中，需支持多种交互模式，主要包括：

- a) 拉取模式，是自主式交通主体在需要进行语义信息交互的时候，主动向一个或多个自主式交通主体请求语义信息，请求的语义信息同步返回；
- b) 推送模式，是自主式交通主体主动向一个或多个自主式交通主体发送语义信息；
- c) 订购通知模式，是自主式交通主体向一个或多个自主式交通主体请求所需要的语义信息，对方完成语义信息准备后异步返回语义信息。

7.2 语义信息交互控制技术要求

语义信息交互过程中，需提供合作群体发现、合作拓扑构建、数据传输承载协商等交互控制能力。

自主式交通主体合作群体发现控制能力的技术要求主要包括：

- a) 需支持基于广播拓扑和推送模式的语义信息服务能力数据定时发布，无需响应；
- b) 需支持基于广播拓扑和推送模式的语义信息服务能力数据查询，并同步反馈查询结果；
- c) 需提供自主式交通主体的语义信息服务能力描述，包括类型、标识、位置、语义信息服务能力、通信配置等，根据不同自主式交通主体的类型，还可包括主体自身的速度、方向等辅助信息；
- d) 根据收到的周边其他自主式交通主体推送的语义信息服务能力数据，识别环境中其他可协作的自主式交通主体。

自主式交通主体间合作拓扑构建能力的技术要求主要包括：

- a) 需支持基于点到点、点到多点、广播的交互拓扑模型，选择不同模式对应的对端标识；
- b) 需支持基于拉取模式、推送模式、订购通知模式、混合模式的语义信息交互过程控制。

自主式交通主体间数据传输承载协商能力的技术要求主要包括：

- a) 语义信息数据发送方，需根据通信状态选择可用于传输语义信息数据的通信制式，提供可选的语义信息数据传输承载类型、传输地址、传输协议等信息；
- b) 语义信息数据接收方，需根据通信状态选择可用于传输语义信息数据的通信制式，从语义信息数据发送方提供的可选传输承载类型中，确认选择合适的承载类型、传输地址、传输协议，并提供自身的传输地址；
- c) 当已选择的通信连接存质量问题或中断，需重新进行承载协商，并根据重协商结果，对语义信息数据传输过程进行切换和管理。

自主式交通主体间通过A2接口完成语义信息交互控制过程，至少应具备以下要求：

- a) 需支持 LTE-V2X 等非 IP 直连广播通信，支持 4G/5G 等 IP 网络通信，还需支持对其他通信能力的扩展；
- b) 需提供交互过程的可靠性保障，包括无需 ACK 的最多一次尽力而为方式，和使用 ACK 的至少一次确认可靠性保证方式；
- c) 需提供交互过程的优先级控制，包括对控制指令提供最高优先级，对语义信息提供较低优先级。

7.3 语义信息承载控制技术要求

语义信息传输过程中，需提供不同传输承载类型的获取与设置，传输连接启动与关闭，传输过程控制等承载控制能力。

自主式交通主体间语义信息承载控制技术要求主要包括：

- a) 需提供语义信息数据收发接口，对承载类型、传输地址、传输协议进行获取与设置，承载类型包括通信接口类型等，传输地址包括承载类型匹配的通信对象标识或地址信息，传输协议包含传输协议标识、通信优先级、通信质量标识等；
- b) 针对非 IP 承载类型，需提供基于通信对象标识的目标寻址能力，针对 IP 承载类型，需提供基于通信对象 IP 地址的目标寻址能力；
- c) 针对语义信息数据的不同通信优先级与通信质量标识，需提供不同等级的传输优先级调度和传输可靠性质量保障；
- d) 需提供对语义信息数据传输质量的统计能力，评价当前承载方式是否适合语义信息传输；
- e) 需提供发送速率与语义重要性指示信息，用于自适应调整，以应对网络拥塞等问题；
- f) 根据数据传输质量的统计结果和网络通信状态判断当前承载方式是否满足语义信息传输要求，如果不满足要求，需要请求语义信息交互控制重新进行承载协商。

自主式交通主体间通过A3接口完成语义信息承载控制过程，至少应具备以下要求：

- a) 需支持 LTE-V2X 等非 IP 直连广播通信，支持 4G/5G 等 IP 网络通信，还需支持对其他通信能力的扩展；
- b) 需提供承载控制过程的可靠性保障，支持无需确认的最多一次尽力而为方式，至少一次确认的可靠性保证方式，和使用批量确认的可靠性保障方式；
- c) 需提供超长数据包处理机制，支持超长数据包的拆包、重组、顺序重排等能力；
- d) 需提供数据流并行管理机制，支持无数据流传输、单数据流传输、多数据流并行传输等模式；
- e) 需提供数据流传输报告，主要包括数据流的传输延迟、丢包、抖动等指标。

7.4 支持语义信息交互控制的通信接口 B1 技术要求

满足语义信息交互控制过程的通信接口需具备以下功能要求：

- a) 需提供网络接口状态获取，对于无线网络通信接口，可提供 RSRP、SINR、RSSI 等无线通信指标状态，提供 CBR 等无线通信资源池状态获取；
- b) 需支持配置多个网络接入点，并提供选择不同网络接入点完成数据收发能力；
- c) 可支持设置网络通信质量，支持通信带宽、延迟等通信质量参数设置。

7.5 支持语义信息承载控制的通信接口 B2 技术要求

满足语义信息承载控制过程的通信接口需具备以下功能要求：

- a) 需提供网络接口状态获取，对于无线网络通信接口，可提供 RSRP、SINR、RSSI 等无线通信指标状态，提供 CBR 等无线通信资源池状态获取；
- b) 需支持配置多个网络接入点，并提供选择不同网络接入点完成数据收发能力；
- c) 可支持设置网络通信质量，支持通信带宽、延迟等通信质量参数设置。

8 语义信息交互流程

8.1 合作群体发现

自主式交通主体可以通过定时广播“合作发现”消息实现合作群体发现，流程如图2所示：

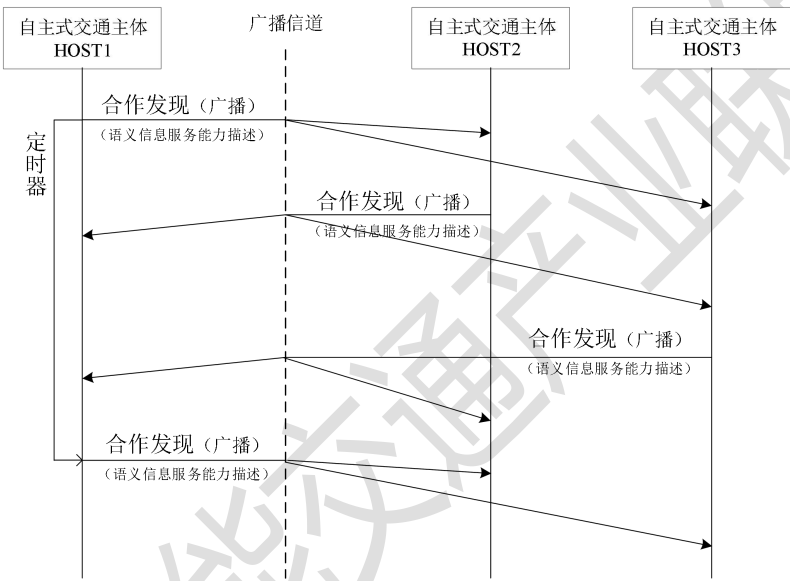


图 2 基于定时广播模式的自主式交通主体合作群体发现交互流程

- a) 自主式交通主体 HOST1 定时广播“合作发现”消息，携带自身所能提供的语义信息服务能力数据，供广播范围内的其他自主式交通主体发现语义信息服务能力状态；
- b) HOST1 发送“合作发现”消息后启动定时器，定时器超时重复发送“合作发现”消息；
- c) 接收“合作发现”消息的自主式交通主体，提取语义信息服务能力，构建可合作的自主式交通主体群体状态；
- d) 对于非固定合作的自主式交通主体群体，定时器随主体速度调整时间间隔长度；
- e) 对于固定合作的自主式交通主体群体，定时器随主体间约定的智能合约调整时间间隔。

自主式交通主体可以通过按需广播合作发现消息实现合作群体查询，流程如图3所示：

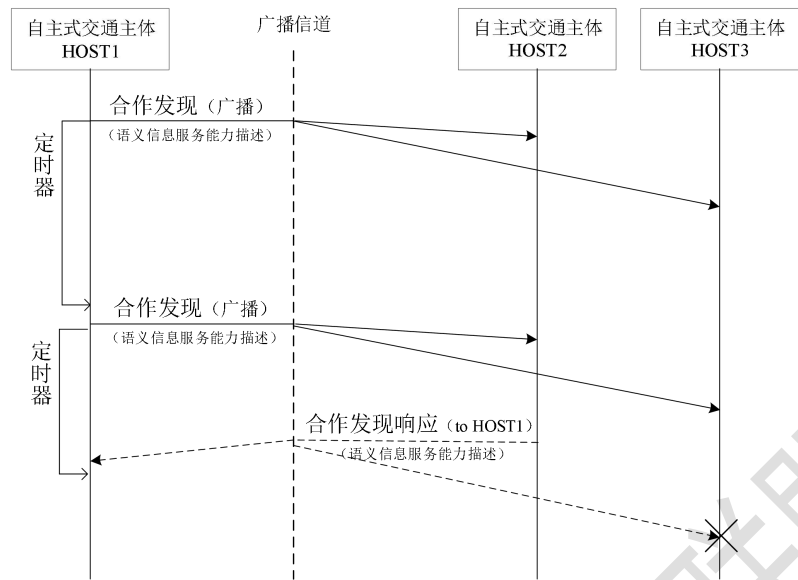


图 3 基于按需查询模式的自主式交通主体合作群体发现交互流程

- a) 自主式交通主体 HOST1 在需要合作时广播“合作发现”消息，携带所需的语义信息服务能力描述数据，用于向广播范围内的其他自主式交通主体询问是否具备语义信息服务能力；
- b) HOST1 发送“合作发现”消息后启动定时器，定时器超时重复发送“合作发现”消息，实现动态环境下的持续语义信息服务能力查询，定时器时间间隔由发起查询的自主式交通主体随速度、服务需求而调整；
- c) 接收到“合作发现”消息的自主式交通主体，根据自身服务能力决定是否响应该合作发现请求；
- d) HOST2 发送“合作发现响应”消息，消息目标设置为 HOST1；
- e) HOST1 收到响应消息，完成合作发现过程，其他非发送目标的自主式交通主体抛弃收到的广播响应消息。

8.2 语义信息拉取

自主式交通主体可以通过广播“拉取”消息实现语义信息的同步拉取，流程如图4所示：

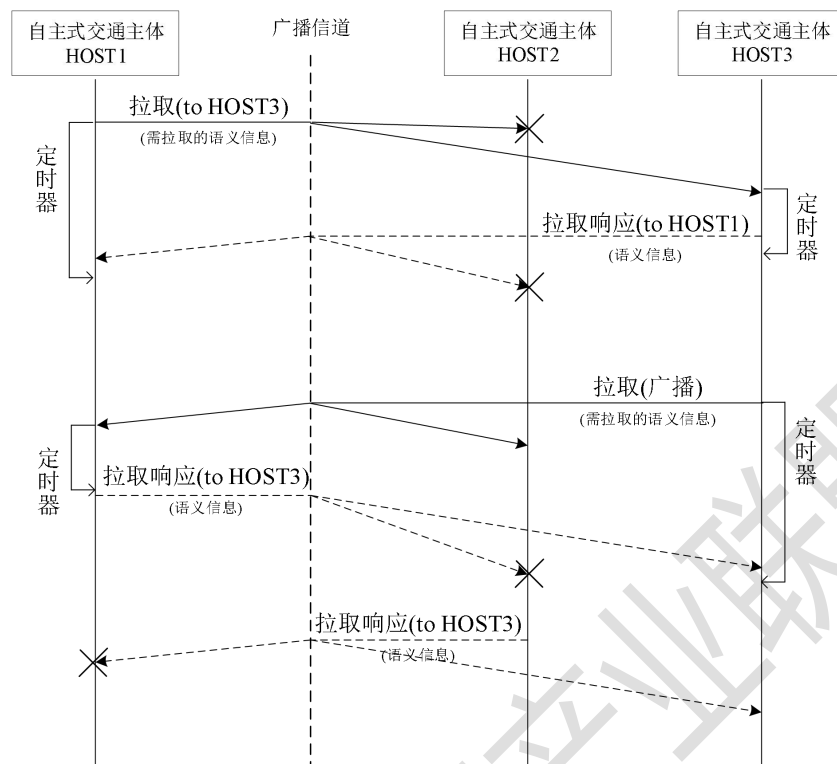


图4 自主式交通主体语义信息拉取流程

- 自主式交通主体 HOST1 在需要获得语义信息数据时发送“拉取”消息，携带自身的标识、目标标识组，向指定的一个或多个目标主机按需拉取语义信息；
- HOST1 发送“拉取”消息后启动定时器，定时器超时没有收到“拉取响应”消息，则重复发送拉取消息，避免拉取消息丢失；
- 收到“拉取”消息的自主式交通主体，如果请求目标为自身标识，则反馈“拉取响应”消息，携带相关语义信息，设置目标为 HOST1，同时启动定时器，在定时器超时前如果重复收到“拉取”消息，则重发“拉取响应”，确保可靠应答；
- 其他非发送目标的自主式交通主体抛弃收到的“拉取”或“拉取响应”广播消息；
- 语义信息拉取过程和语义信息推送过程可以组合使用，完成自主式交通主体之间的语义信息交互。

8.3 语义信息推送

自主式交通主体可以通过广播“推送”消息实现语义信息的主动推送，处理流程如图5所示：

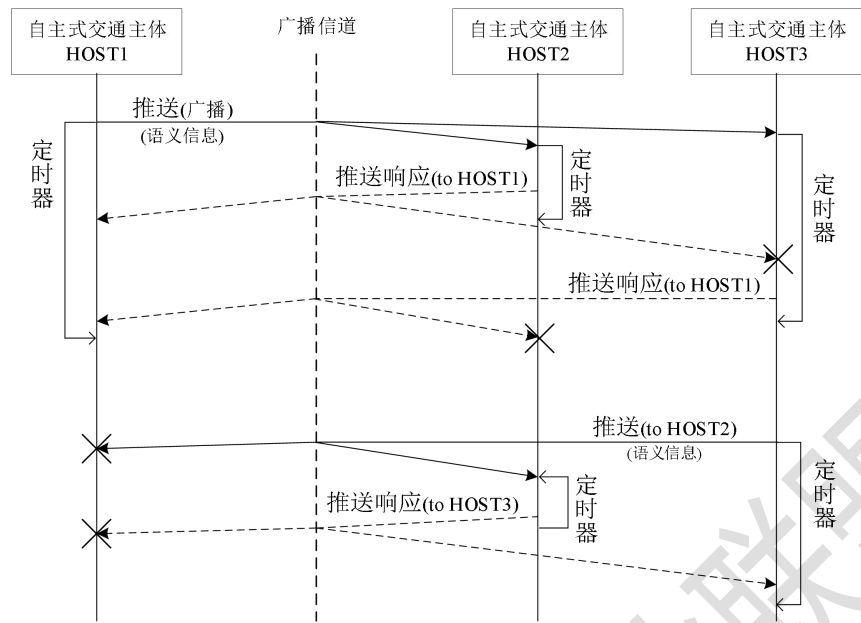


图5 自主式交通主体语义信息主动推送流程

- a) 自主式交通主体 HOST1 根据合作需求主动发送“推送”消息，携带自身的标识、目标标识组及所需推送的语义信息等，向指定的一个或多个目标主机推送；
- b) 如果发送的“推送”消息需要确认响应，HOST1 需启动定时器，定时器超时重复发送“推送”消息；
- c) 收到“推送”消息的自主式交通主体，如果是“推送”消息的请求目标且需要确认响应，则反馈“推送响应”消息，同时启动定时器，在定时器超时前如果重复收到“推送”消息，则重发“推送响应”消息，并重置定时器；
- d) 其他非发送目标的自主式交通主体抛弃收到的“推送”或“推送响应”广播消息；
- e) 语义信息拉取过程和语义信息推送过程可以组合使用，完成自主式交通主体之间的语义信息交互。

8.4 语义信息订购与通知

在语义信息交互过程中，如果自主式交通主体无法同步回复语义信息，则需要通过订购通知模式执行异步语义信息交互过程，流程如图6所示：

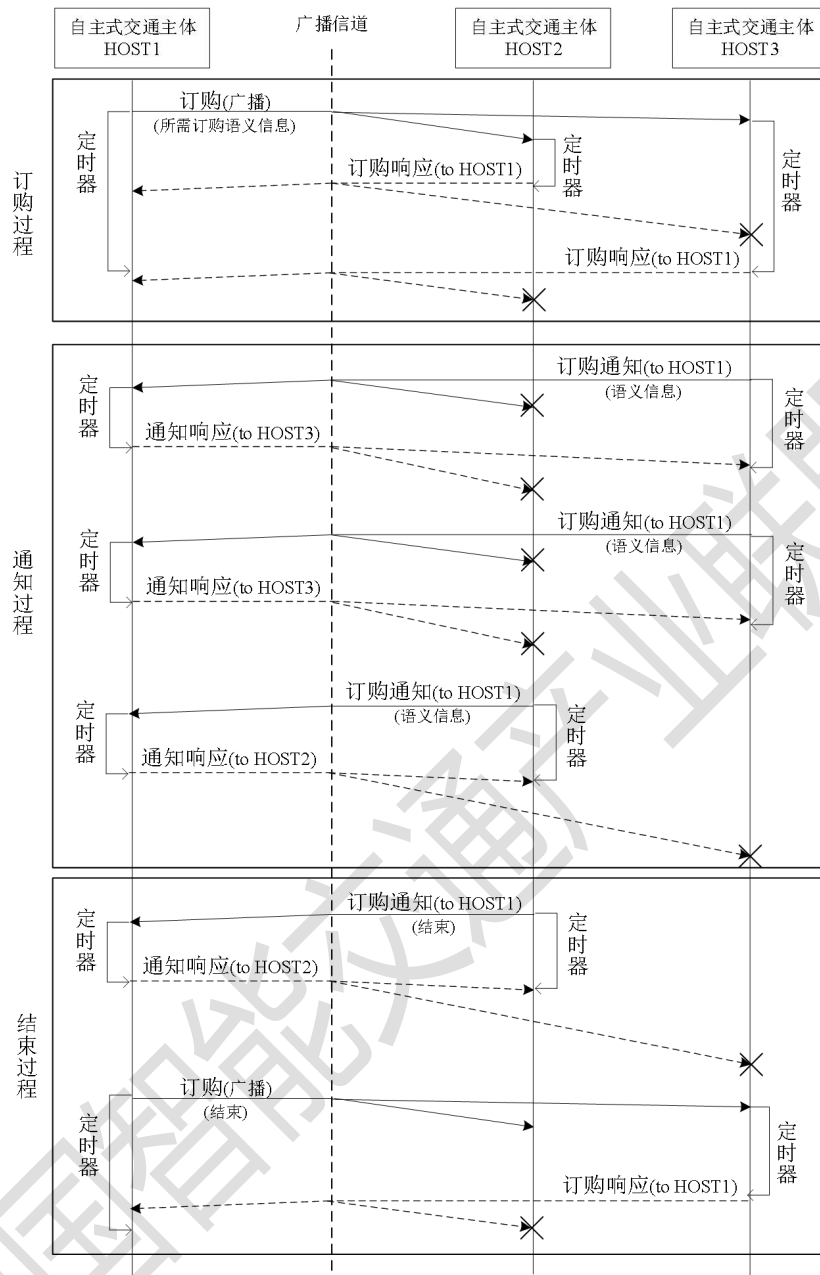


图6 自主式交通主体语义信息订购与通知流程

- 自主式交通主体 HOST1 在异步获取语义信息的时候，可发送“订购”消息，携带自身的标识、目标标识组及所需订购的语义信息等，向指定的一个或多个目标主机按需订购语义信息；
- HOST1 发送“订购”消息后启动定时器，定时器超时重复发送“订购”消息；
- 收到“订购”消息的自主式交通主体，如果“订购”消息为广播消息或请求目标为自己，则反馈“订购响应”消息，携带自身的标识，同时启动定时器，在定时器超时前如果重复收到“订购”消息，则重发“订购响应”消息，并重置定时器；

- d) 自主式交通主体再确认接受订购的时候，向 HOST1 发送“订购通知”消息，携带自身的标识、HOST1 标识及收集到的语义信息，发送“订购通知”消息后启动定时器，定时器超时重复发送“订购通知”消息；
- e) HOST1 收到“订购通知”消息，反馈通知响应，并启动定时器，在定时器超时前如果重复收到“订购通知”消息，则重发通知响应，并重置定时器；
- f) “订购通知”消息可以发送多次，直到 HOST1 认为已经收集到足够语义信息，向 HOST3 发送结束订购的“订购”消息，或者 HOST2 认为已经没有额外的语义信息可以提供，向 HOST1 发送结束订购的“订购通知”消息；

8.5 跨承载类型语义信息交互

在自主式交通主体之间需要传递大量语义信息时，需要协商专用承载链路用于完成语义信息的流式传输，流程如图7所示：

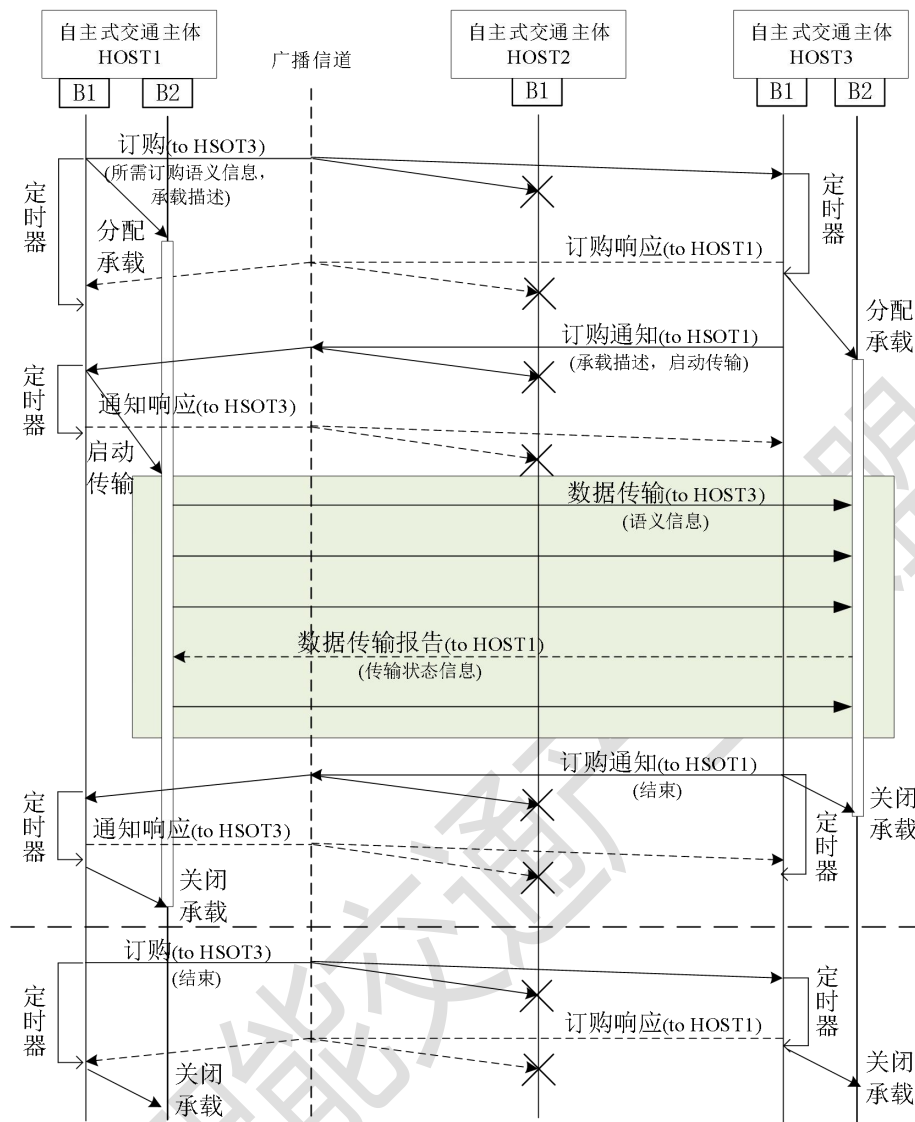


图7 自主式交通主体基于专用承载传输语义信息流程

- 自主式交通主体之间需要在较长时间段内交互大量语义信息数据的时候，可发送“订购”消息，携带自身的标识、目标标识、所需订购的语义信息、承载描述等，向目标自主式交通主体请求语义信息数据交互，如采用 5G 作为 B2 接口承载类型，承载描述携带 IP 地址和端口号；
- 在收到 HOST1 “订购”消息携带的所需订购语义信息和承载描述后，HOST2 发送“订购通知”，并携带承载描述，确认采用 5G 作为 B2 接口承载，并携带语义信息发送的 IP 地址和端口号；
- HOST1 收到“订购通知”同时，确认选择 5G 作为承载类型，发送数据；
- HOST3 持续收到“数据传输”传递的语义信息，并根据需要发送“数据传输报告”，向 HOST1 提供语义信息数据内容的传输状态信息，供通知方进行重发、流控等传输控制操作；

- e) 语义信息可以持续传输，直到 HOST1 发送结束订购的“订购”消息，或者 HOST3 发送结束订购的“订购通知”消息，结束数据传输，关闭承载。

8.6 语义信息交互过程中切换承载

在自主式交通主体之间传递大量语义信息时，可能存在因为移动、通信质量等导致已经建立的承载链路不能支撑后继语义信息交互情况，需要建立新的承载链路完成后继语义信息数据传输，此时HOST1可以主动向HOST3重新发起订购过程，完成承载描述的更新（流程与图7一致）。如果HOST3主动发起承载更新，流程如图8所示：

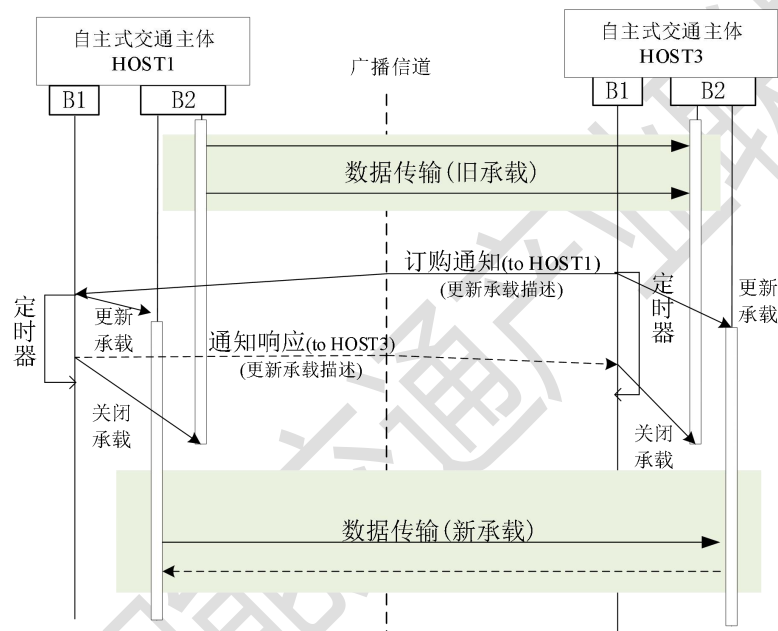


图 8 自主式交通主体切换专用承载链路保障语义信息传输流程

- f) HOST3 发起承载重协商时，HOST3 向 HOST1 发送“订购通知”携带更新的承载描述；
g) HOST1 接收到订购通知，如果接受承载描述更新，则使用更新的承载描述切换承载链路分配；
h) HOST1 接收到订购通知，如果无法接受承载描述更新，则需要根据 HOST3 反馈的承载描述，重新发起订购过程，完成承载描述的更新（流程与图 7 一致）。

中国智能交通产业联盟

标准

自主式交通系统 互操作传输协议

T/ITS 0295-2024

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2025 年 X 月第一版 2025 年 X 月第一次印刷