

AIIA

中国人工智能产业发展联盟标准

AIIA/S 02001-2020

面向中低速移动智能体协同的应用场景和 网络需求

Cooperative Intelligence of Low-Speed Mobile Intelligent Agents: Application
Scenario and Network Requirements

中国人工智能产业发展联盟版权所有

2021-04-25 发布

2021-04-25 实施

中国人工智能产业发展联盟 发布

目 录

1 范围.....	0
2 规范性引用文件.....	0
3 术语和定义.....	0
智慧路径规划 Intelligent Route Planning.....	0
4 缩略语.....	0
5G 第五代移动通信技术(5th Generation Wireless Systems).....	0
AI 人工智能(Artificial Intelligence).....	0
DM 直接邮寄广告(Direct Mail Advertising).....	0
POS 销售终端(Point of Sale).....	0
GPS 全球定位系统(Global Positioning System).....	0
RFID 射频识别技术(Radio Frequency Identification).....	0
ID 身份标识号(Identity Document).....	0
IoT 物联网技术(The Internet of Things).....	0
AGV 自动导引运输车(Automated Guided Vehicle).....	0
5 面向中低速移动智能体协同的应用场景和网络需求概述.....	0
6 智慧仓储应用场景.....	2
6.1 智慧仓储总体架构.....	2
6.2 具体应用场景.....	2
7 智慧码头应用场景.....	7
7.1 智慧码头总体架构.....	7
7.2 具体应用场景.....	8
8 智慧社区应用场景.....	10
8.1 智慧社区总体架构.....	10
8.2 具体应用场景.....	11
9 智慧校园应用场景.....	16
9.1 智慧校园总体架构.....	16
9.2 具体应用场景.....	16
附 录 A.....	错误! 未定义书签。

本标准按照GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分 标准的结构和编写》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准起草单位：北京大学，西安交通大学，同济大学，中国信息通信研究院，宁波市舜安人工智能研究院，广东嘉腾机器人自动化有限公司，香港中文大学（深圳），山东大学，北京华航唯实机器人科技股份有限公司，灵动科技（北京）有限公司，北京旷视科技有限公司，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

本标准主要起草人：程翔，张荣庆，陈仕韬，魏平，郑南宁，程强，李冰，汪涵秋，都圆圆，刘姿杉，崔曙光，高崇金，陈友，白露，崔立真，刘浪，陈晨，陈佩，朱孔涛，齐欧，刘海进，李飞，胡金玲，梅敬青，廖军



面向中低速移动智能体协同的应用场景和网络需求

1 范围

本标准规定了中、低速 ($\leq 30\text{km/h}$) 多智能体协同的应用场景以及网络需求, 主要包括面向多智能体协同的应用场景(智慧仓库、智慧码头、智慧社区、智慧校园等), 面向多智能体协同的网络架构, 及在各个应用场景中的应用和部署需求, 提供了异构化协同网络中的通信传输和计算服务的标准, 可以指导不同场景下多智能体协同系统的有效互联协作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件:

智慧路径规划 Intelligent Route Planning

AGV (Automated Guided Vehicle) 利用中心提供的实时地图的信息规划未来潜在障碍少的路径。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件:

5G 第五代移动通信技术(5th Generation Wireless Systems)

AI 人工智能(Artificial Intelligence)

DM 直接邮寄广告(Direct Mail Advertising)

POS 销售终端(Point of Sale)

GPS 全球定位系统(Global Positioning System)

RFID 射频识别技术(Radio Frequency Identification)

ID 身份标识号(Identity Document)

IoT 物联网技术(The Internet of Things)

AGV 自动导引运输车(Automated Guided Vehicle)

5 面向中低速移动智能体协同的应用场景和网络需求概述

近年来, 随着人工智能技术的飞速发展, 尤其是终端智能化程度的不断提高, 多智能体协同在新零售、交通运输、工业制造等领域具有广泛的应用需求和发展前景。本标准就智慧仓储、智慧码头、智慧社区与智慧校园等典型应用场景具体展开说明, 对其总体框架和具体应用场景进行分别阐述。可为面向多智能体协同的大连接高宽带网络提供参考, 对多智能体协同的广泛应用具有重要意义。

多智能体协同系统包含多个网络互联的智能个体(如自动驾驶车辆、手机终端等), 可以通过协作决策解决单一智能体无法解决或者处理受限的复杂系统问题。多智能体协同要求多个智能体共同完成特定的任务, 要求智能体具有通信、计算能力从而可以传输信息给特定的对象, 并能够做出自主决策。在不同的应用场景下, 针对不同的应用需求, 协同需求有所不同。在有主控中心参与的多智能体协同中, 主控中心一般负责汇总信息, 调度智能体, 优化协同效果。

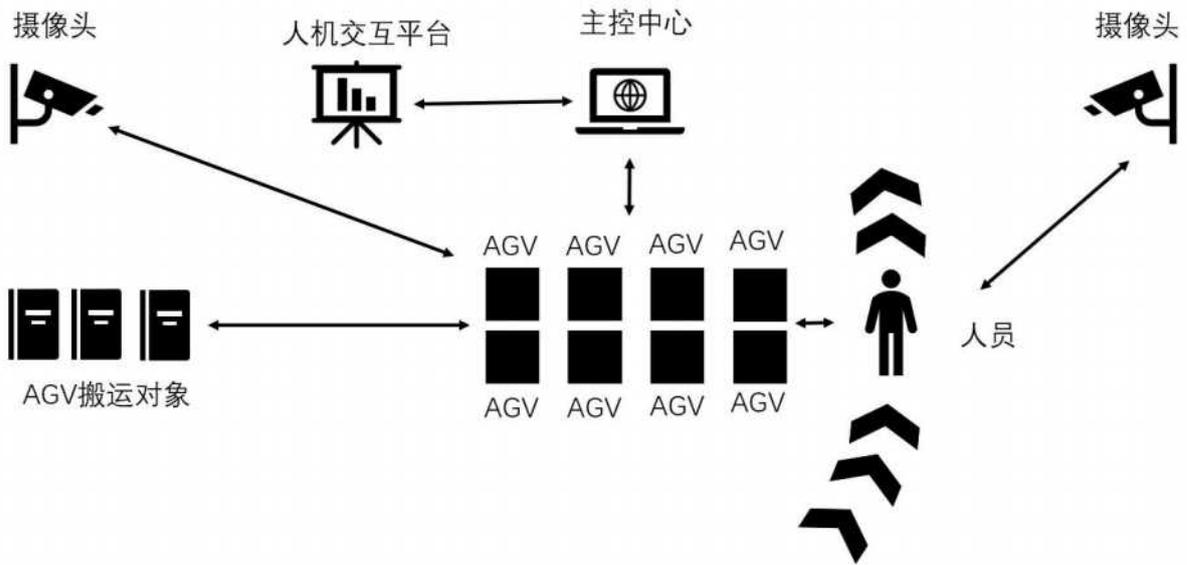


图1 多智能体协同的概念图

利用多智能体协同方法，可以优化智慧仓库中 AGV 路径规划的效果，高效处理多车间的资源冲突，也可提高物品搜索任务的执行效率等，从而可以推动物流仓储产业的快速发展；AGV 小车在自动化码头自主作业，即在智能决策的基础上 AGV 自主识别确认作业对象、作业目的，并自主高效完成作业任务，如自主循迹等；融合 5G 网络、物联网、云计算、人工智能等新技术，整合社区管理、服务、产业等一系列的管理体系，将多智能体的技术融入智慧社区可以完善社区公共服务，配备利民便民的智能化设施，为社区居民创造出更加便捷的生活环境。智慧校园基于大数据等新的技术，利用互联网技术建设实现的管理平台，以此为基础，能够为学校学生活动，文化建设，校园生活和教育教学管理等各项工作提供更大的平台，提供诸如智慧图书馆、智慧课堂等服务，对学校进行智能化管理。

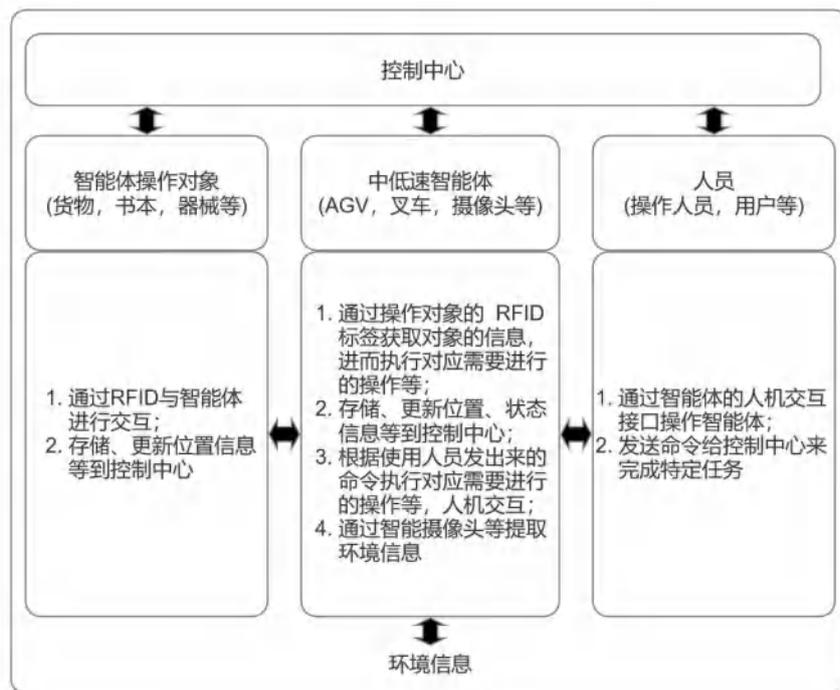


图 2 多智能体协同的总体框架图

6 智慧仓储应用场景

6.1 智慧仓储总体架构

近年来，随着互联网、物联网、云计算、大数据等技术的不断发展，仓储管理模式也从传统模式慢慢转向自动化、智能化的管理模式，形成“智慧仓储”。同时，从许多微观案例来看，仓储管理已成为供应链管理的核心环节。这是因为仓储总是出现在物流各环节的接合部，例如采购与生产之间，生产的初加工与精加工之间，生产与销售之间，批发与零售之间，不同运输方式转换之间等等。仓储是物流各环节之间存在非均衡性的表现，仓储也正是解决这种非均衡性的手段。利用多智能体协同手段，可以提高智能仓库中AGV路径规划的质量，高效处理多车之间资源冲突的问题；也可以提高物品搜索任务的执行效率等，从而可以推动物流仓储产业的快速发展。

智慧仓储是通过分布式AGV采集环境信息，并经过通信系统后汇聚到控制中心，进行智能化调度决策，并自动控制AGV进行业务操作处理，其系统结构如图1所示。

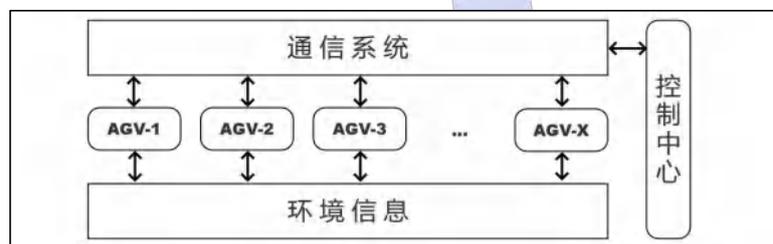


图3 智慧仓库的分布式多AGV系统结构示意图

6.2 具体应用场景

6.2.1 智慧分拣

6.2.1.1 概述

智慧分拣的主要任务是调度多个AGV无冲突地高效完成系统产生的订单的分拣运输任务，主要包括：任务分发、协同路径规划和协同冲突预测与处理三部分。在任务分发阶段，控制中心应将运输的任务信息分配给最适合的AGV，任务信息应包括任务装载位置，卸载位置，优先级，最晚得投递期限等在内的相关运输任务信息。此AGV获取到来自中心的指派之后，应利用任务信息自行规划路径以完成投递任务。由于多AGV共享路径资源，所以，AGV也需要与周遭通信获取潜在冲突情况对未来运行路径进行调整；在协同路径规划阶段，AGV已经利用任务信息自行规划出了一条路径以完成投递任务。但是这条路径并不是在运行过程中完全不会发生冲突的，即便是规划出了一条无冲突路径，在运行过程中，由于速度的不稳定或者突发的故障等，也会发生新冲突。为了能够安全、顺利地完成任务，而不发生AGV中间的碰撞导致机械的循环，发生阻塞导致任务完成失败，就需要设计相关的冲突处理方案。

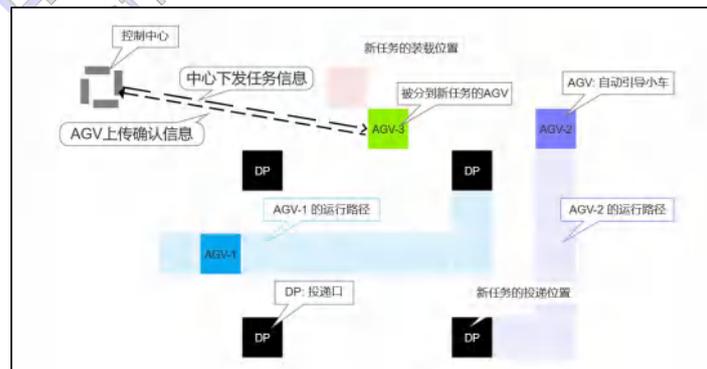


图4 智慧分拣概览

6.2.1.2 协同路径规划

路径规划的主要目标是 AGV 可以在尽可能短的时间内完成物品的运输任务，所以 AGV 需要规划出一条尽可能短，尽可能平滑，冲突尽可能少的运行路径。

注：在设定速度下，路径越短，AGV 走完路径需要的时间越短，完成任务所需时间越少；路径越平滑，AGV 需要执行的转向越少，对应所需的转向时间越少，完成任务所需时间越少，同时机械的损耗也更小；路径潜在的冲突越少，AGV 在运行过程中可能与其他 AGV 发生冲突的次数越少，对应所需的冲突处理时间越少，同时，需要运行在偏离于最初规划的最优运行路径的上路径长度也越短，完成任务所需时间越少。

中心管理所有小车的运行情况，可谓路径规划提供“交通热力图”，AGV 在此基础上可结合路径规划算法与路径平滑算法，避开未来拥塞严重的区域获得最优运行路径。尽可能短，尽可能平滑，冲突尽可能少是 3 个独立目标，实现其中的一项都可能需要牺牲另外的两项作为代价。例如，更平滑的路径可能必须采用更长的路径作为代价。如何权衡这三者，最终以得到用时更短的任务完成路径是一个难题。同时还要考虑 AGV 在实际运行过程中可能遇到的实际冲突。

完成该任务主要需要 AGV 和控制中心之间的通信。

6.2.1.3 协同冲突预测与处理

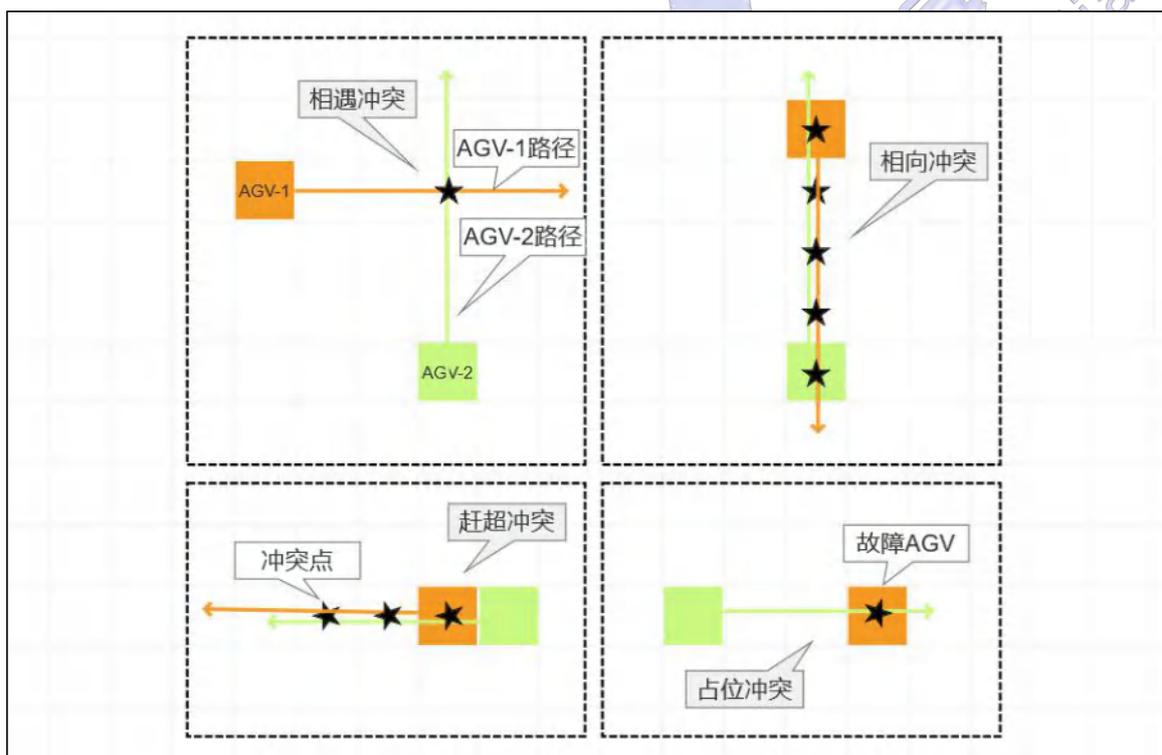


图5 可能的各种冲突的类型

冲突处理的效果决定着 AGV 能否顺利完成运输任务，冲突处理的主要目标是在尽可能短的时间内，对 AGV 路径进行尽可能少的调整变动解决存在的冲突问题，需要一类高效的冲突处理策略，可以是中心进行协调，也可以是 AGV 之间协商决定通行方和避让方以及决定临时避让位置。解决冲突的一类基本方案是：当发生冲突时，优先级高的 AGV 优先通行，优先级低的 AGV 在原地等待优先级高的 AGV 驶过之后再继续运行；如果前方 AGV 发生故障等长时间内无法移动，则重新规划当前小车到达终点的路径。AGV 之间协商解决冲突问题时，如何确保解决方案的收敛性（即不会持续引发新的冲突问题）是一个难题。完成该任务主要需要 AGV 和控制中心，AGV 与 AGV 之间的通信。

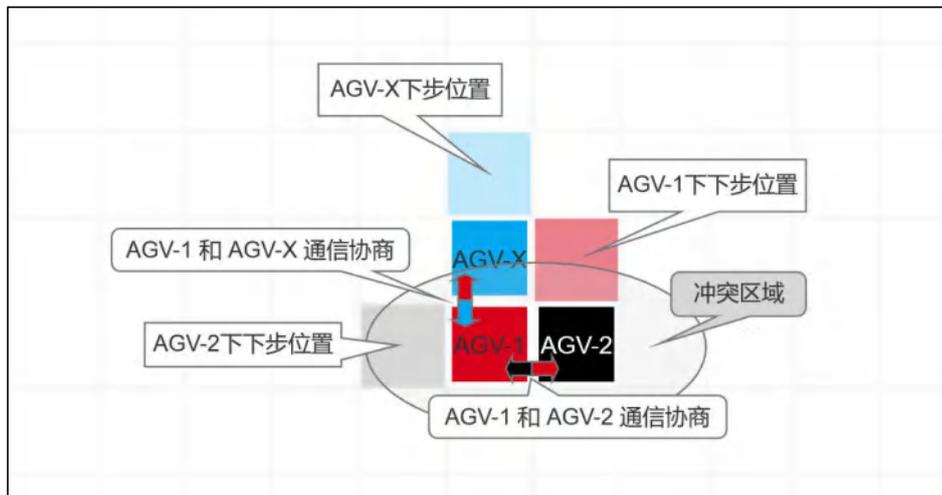


图6 协同避障信息交互

6.2.1.4 协同需求总结

协同对象	协同内容	通信需求
控制中心和 AGV	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中心下发任务信息给 AGV; 2. AGV 向中心发送任务确认信号; 3. 中心提供道路拥堵信息给 AGV; 4. AGV 向中心发送最终路径信息; 5. AGV 向中心发送任务完成信息。 	<p>通信的距离：通常取决于当前需要进行任务执行的小车（AGV）与控制中心（AP）之间的距离，最大通信距离通常与仓库场地大小成正相关，与 AP 密度成负相关；</p> <p>通信的时延要求：通常取决于分拣任务的紧急情况，一般 s 级。</p>
AGV 和 AGV	<ol style="list-style-type: none"> 1. AGV 交互局部传感器信息以获得完整冲突情况； 2. AGV 交互彼此目标位置以确定协同冲突解决方案； 3. AGV 广播检测到的行人信息。 	<p>通信的距离：通常取决于 AGV 之间协同的具体策略，一般为 m 级；</p> <p>通信的时延要求：通常取决于障碍检测传感器的灵敏程度、系统的安全需求及分拣任务的紧急情况，一般 ms 级。</p>

6.2.2 智慧搜寻

6.2.2.1 概述

智慧搜寻包括以下两大类：一是智能协同搜寻，即对有信息交互能力的对象的搜寻，如对未记录物品的位置的精确查找以及物品清点：由于库存信息错误等，可能一些所需的货物所在货架信息发生了丢失，无法在控制中心的记录中找到，此时就需要中心分派一些 AGV 对这些货物的具体位置进行精确查找。二是智能协助搜寻，即对丧失信息交互能力的对象的搜寻，如对故障 AGV 搜寻与定位，AGV 如果发生故障（如电量耗尽，通信模块损坏等）无法与控制中心或附近 AGV 信息交互，则一方面会对其他小车的任务执行产生长期的影响，一方面无法完成自身的运输任务，中心需要尽快确定故障发生位置并派遣人员解决问题。

6.2.2.2 智能协同搜寻

未记录的物品通常附带有 RFID（Radio Frequency Identification）标签，具有一定的信息交互能力，但是只能在 RFID 可以工作的很小的范围之内有效，所以需要 AGV 组进行地毯式搜寻，需要 AGV 组协同合理分配搜寻区域避免重复的工作，未被分配搜寻任务的 AGV 如果在执行运输任务的过程中恰好遇到了搜寻物品，则同样上报控制中心。

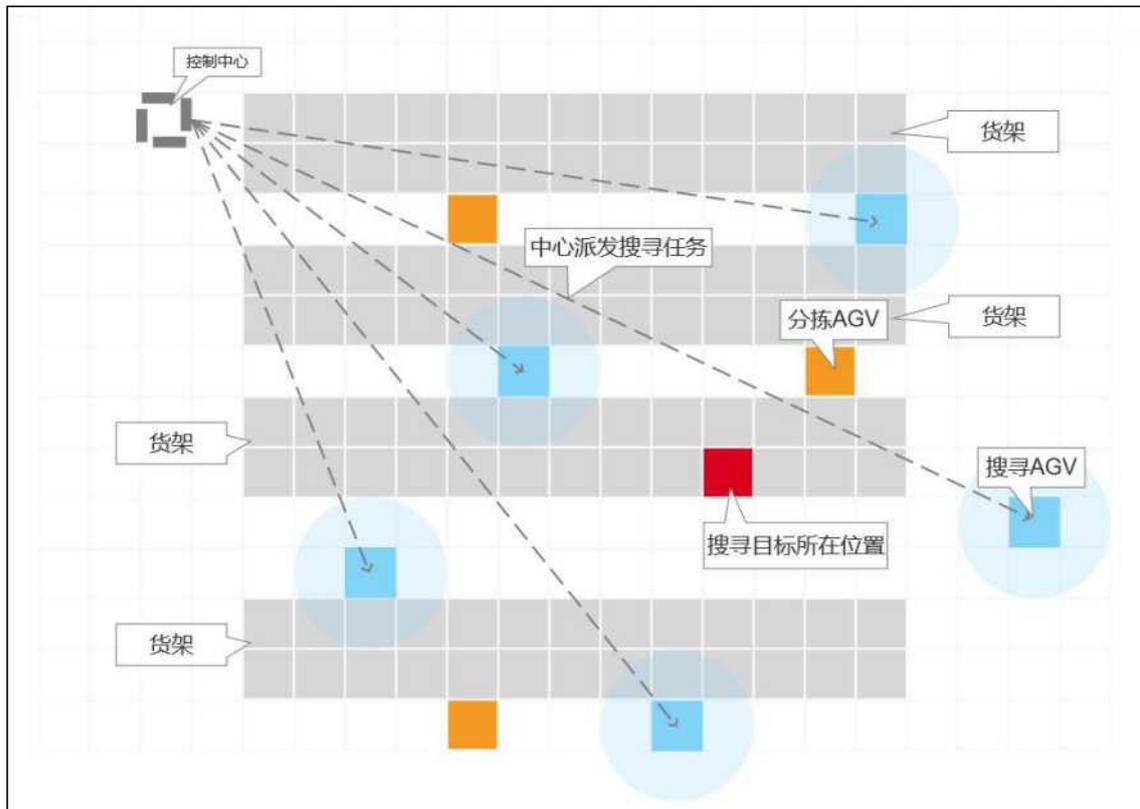


图7 协同搜寻

控制中心根据任务的紧急情况分派合适数量的 AGV 参与搜索任务，平均分配需要搜索的区域，先搜索到目标物品的 AGV 上报控制中心，控制中心通知其余正在搜寻的 AGV 结束搜索任务。AGV 如何协同分配各自搜寻的区域范围以及搜寻 AGV 和正常执行任务的 AGV 间的协调是问题的难点所在。完成该任务主要需要 AGV 和控制中心，AGV 与 AGV 之间的通信。

对未记录物品的位置的精确查找是十分耗费资源的，避免这类情况出现的一个很好的解决方案是定期对仓库物品进行清点。物品通常附带有 RFID 标签，具有一定的信息交互能力，AGV 从附近驶过则可进行清点，AGV 完成自身的清点工作后将信息上报控制中心，与上述对未记录物品的位置的精确查找任务唯一区别是 AGV 需要记录检测到的每件物品的信息。

6.2.2.3 智能协助搜寻

故障 AGV 已经完全丧失信息交互能力，无法自己上报故障或者寻求附近 AGV 的帮助，所以需要 AGV 组进行地毯式搜索，需要 AGV 组协同合理分配搜寻区域避免重复的工作，未被分配搜寻任务的 AGV 如果在执行运输任务的过程中恰好判定出了故障 AGV，则同样上报控制中心。控制中心根据任务的紧急情况分派合适数量的 AGV 参与搜索任务，平均分配需要搜索的区域，搜寻 AGV 如果需要长期无法移动且无法信息交互的对象，则拍照上传中心，控制中心利用图像识别技术等来判断该对象是故障 AGV 还是工作人员，如果是故障 AGV，任务完成，控制中心通知其余正在搜寻的 AGV 结束搜索任务，如果是工作人员则搜索继续。如何区别长期障碍对象是故障 AGV 还是工作人员是一个难题。完成该任务主要需要 AGV 和控制中心，AGV 与 AGV 之间的通信。

6.2.2.4 协同需求总结

协同对象	协同内容	通信需求
控制中心和 AGV	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中心下发搜寻目标的RFID标签信息（若有）； 2. 中心下发搜寻区域给AGV； 3. AGV向中心发送任务确认信号； 4. AGV向中心发送搜寻结果； 5. 中心下发搜寻结束信息给AGV。 	<p>通信的距离：通常取决于当前需要进行任务执行的小车（AGV）与控制中心（AP）之间的距离，最大通信距离通常与仓库场地大小成正相关，与AP密度成负相关；</p> <p>通信的时延要求：通常取决于搜寻任务的紧急情况，一般 s 级。</p>
AGV 和 AGV	<ol style="list-style-type: none"> 1. AGV交互判断对方是否为已发生故障（是否为搜寻对象）。 	<p>通信的距离：通常取决于搜寻具体策略，一般为 m 级；</p> <p>通信的时延要求：通常取决于障碍检测传感器的灵敏程度、系统的安全需求及搜寻任务的紧急情况，一般 ms 级。</p>

6.2.3 人机交互

6.2.3.1 概述

在开放环境下，可能有工人在AGV运行区域内进行作业或移动，AGV也存在与之发生碰撞得可能。为了避免碰撞操作人员造成危险。AGV必须安装有可以准确判定障碍的相关传感器，快速准确的获得行人的移动信息，并针对该信息采取措施与行人保证一定的安全距离，避免与行人发生冲突。同时，AGV还可以帮助相关人员搬运一些需要的物品跟随相关人员移动，来减轻相关人员的负担。

6.2.3.2 智慧行人躲避

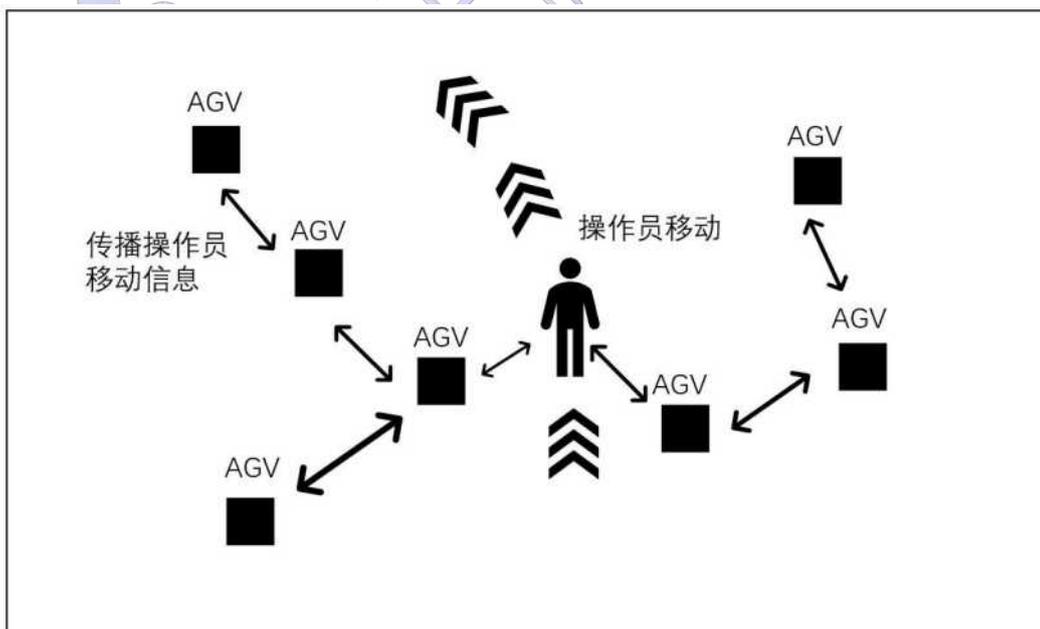


图 8 行人检测

为了检测行人，单个 AGV 需要安装障碍检测传感器，比如超声波传感器，红外传感器，摄像头等。但是单个 AGV 的检测范围有限，为了尽早地确定行人位置和运动状态，需要多 AGV 协同来进行检测。当有一个 AGV 检测到行人之后，应向附近 AGV 广播行人移动信息以便附近 AGV 可以尽早地应对。其中，对人员的运动趋势判定也是一个难题，错误的判定则会带来碰撞问题。获得行人位置和运动状态后，AGV 需要采取适当的行动来防止冲突。如果是人员障碍，AGV 优先选择等待，等待一定的时间段后仍然无法移动则重新送达规划路径。首要得要求是确保操作人员的安全，在此基础上，需要考虑如何采取运作来保障系统的效率。

6.2.3.3 智慧行人跟随

AGV 还可以协作相关人员搬运物资，如果有相关的需求，操作人员可以向控制中心发送申请，控制中心派遣最合适的 AGV 前往获取物资，并跟随相关人员移动。

6.2.3.4 协同需求总结

协同对象	协同内容	通信需求
控制中心和 AGV	<ol style="list-style-type: none"> 中心下发跟随命令给最合适的 AGV。 跟随任务完成后，AGV 向中心你发生成功完成信息。 	<p>通信的距离：通常取决于当前需要进行任务执行的小车 (AGV) 与控制中心 (AP) 之间的距离，最大通信距离通常与仓库场地大小成正相关，与 AP 密度成负相关；</p> <p>通信的时延要求：通常取决于跟随任务的紧急情况，一般 s 级。</p>
AGV 和 AGV	<ol style="list-style-type: none"> AGV 广播检测到的人员位置信息给附近 AGV，以便附近 AGV 可尽早采取措施避免冲突。 	<p>通信的距离：通常取决于行人检测具体策略，一般为 m 级；</p> <p>通信的时延要求：通常取决于障碍检测传感器的灵敏程度、系统的安全需求等，一般 ms 级。</p>

7 智慧码头应用场景

7.1 智慧码头总体架构

智慧码头的发展依托智能驾驶车辆的进步与应用，不同于典型的道路自动驾驶技术，智慧驾驶车辆在码头中主要承担的是集装箱卡车的任务，智慧码头是理想未来港口的既定标准和信息化建设的主方向，主要是实现智慧化的管理决策、自主化的垂直装卸操作和水平运输服务，主要包括桥吊自动化生产、堆场实时远程作业、无人集卡自动驾驶等环节。无人集卡在自动化码头自主作业，即在智能决策的基础上加入自主识别确认作业对象、作业目的，并自主高效完成作业任务，如自主循迹等。根据智慧码头业务特性以及对传输速率、时延的要求，大连接高带宽网络可应用在如无人集卡远程遥控指令的高速发送以及异常情况下远程驾驶需求、机械设备远程控制、应急指挥等方面，其系统结构如下图所示：



图9 智慧码头系统架构

7.2 具体应用场景

7.2.1 智慧堆场远程作业

7.2.1.1 概述

作为码头主要的存储载体，集装箱及其组成的堆场管理系统对整个码头的运转起着至关重要的作用，其管理效率的高低直接影响了集卡的行驶效率。传统堆场管理主要依靠以标记为主的集装箱定位，以及中心调度的管理系统，其中还涉及到人力驾驶集卡、场地人员协助装卸载等工作。由于堆场环境相对而言有一定的危险性，传统的管理模型存在诸多安全隐患，近年来随着通信应用的发展和特殊场景下驾驶的逐步推广，智慧堆场的远程作业得以应用，其核心分为智慧集装箱协同搜寻与智慧集装箱作业管理两方面。

7.2.1.2 智慧集装箱协同搜寻

智慧码头的重要组成成员之一是作为运送载体的集装箱，集装箱管理系统承担了大量的生产运输、成品运输和堆放存储等繁重的统计管理工作，集装箱形成的堆场管理系统对智慧码头的性能提升至关重要。如果在集装箱出厂后，不能实时知道集装箱的位置和状态，是否安全到达堆场，会给管理系统增加极大的管理协调成本。除此之外在面积庞大的堆场上找出指定集装箱非常困难，不仅浪费时间而且容易出错。

利用多智能体之间互连特性，智能协同搜寻方案可有效解决上述问题，其系统结构如下图所示，当控制中心或者单个集卡发起搜寻任务请求时，会同时向周围的集卡发起协助搜索，当任务边缘的集卡通过感知模块定位集装箱位置时，将定位结果回溯给发起请求的集卡，此方案可通过多个定位结果融合达到进一步精确搜寻的效果。

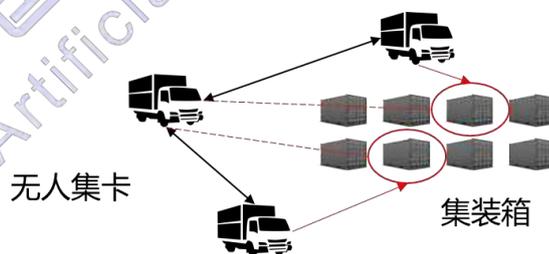


图10 智慧集装箱协同搜寻示意图

7.2.1.3 智慧集装箱作业管理

智慧堆场远程作业是专门为提升集装箱堆场的管理水平而设计。该解决方案通过优化管理流程、改进操作方法，利用先进的科技手段(无线通信技术，图形化技术、车载终端等)在集装箱堆场运作中智能化地协调人、机、箱、场地等各种资源，在集装箱堆场高效快捷的管理各类作业的同时，降低运营成本，

提升集装箱堆场的管理水平。通过利用无线与车载业务数据实时交互，减少了单箱作业时间，大大提高作业效率。

智慧集装箱作业管理场景如下图所示，初始阶段控制中心通过集卡位置信息规划出初始调度方案，随后集卡按计划将集装箱运送至堆场，在运送过程中，集卡之间通过直连链接共享位置及路线等信息，最终按顺序协作完成管理任务。

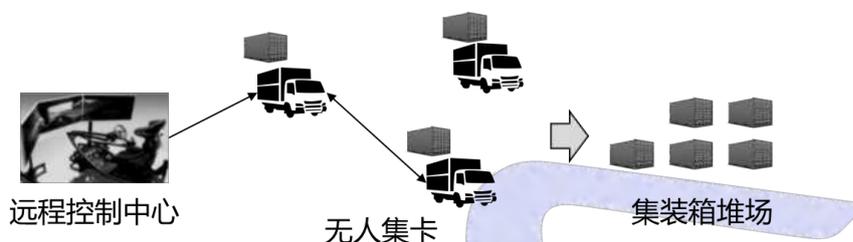


图 11 智慧集装箱作业管理示意图

7.2.1.4 协同需求总结

协同对象	协同内容	通信需求
集装箱卡车与控制中心	1. 集装箱卡车向控制中心汇报其地理位置、运动状态、运送情况等信息；	通信的距离：集装箱卡车运动范围通常布满整个码头；通信距离通常在几十到几百米量级； 通信的时延要求：100ms 级。
集装箱卡车之间协同	1. 集装箱卡车之间互相播报搜寻目标以及检索结果	通信的距离：邻近集装箱卡车间距离一般在几十米左右； 通信的时延要求：一般延时需要小于 10ms 级。

7.2.2 智慧集卡自动驾驶

7.2.2.1 概述

码头内集装箱卡车肩负着港口内集装箱的流转运输任务，码头作业区作为特殊场所，对于人员、车辆进出管理严格，因此其具有相对封闭、可控的特点，场景的半封闭性为自动驾驶卡车技术的落地降低了难度。通过对接码头管理系统，无人内集卡获得相应运输指令后，可实现码头内任意两点间的水平移动及岸吊、轮胎吊、正面吊、堆高机处的自动收送箱功能，集卡自动驾驶的两个核心问题是运输任务分发与智慧冲突避让。

7.2.2.2 智慧集卡任务分发

以远程控制中心调度为主的智慧集卡任务分发示意图如下所示，控制中心首先收集到各个已结束的的任务中的无人集卡位置，并根据集装箱的重量和目的地合理分配给可用的集卡，每一台无人集卡通过车载网络实时与码头控制中心保持联系，从对接码头管理系统实时接收每一条任务指令，并将当前车辆状态，任务执行情况实时汇报给控制中心。无人集卡解决方案可有效提升货物周转效率及港区运营智慧化、无人化水平，解决港口效率、成本、安全间的困局。

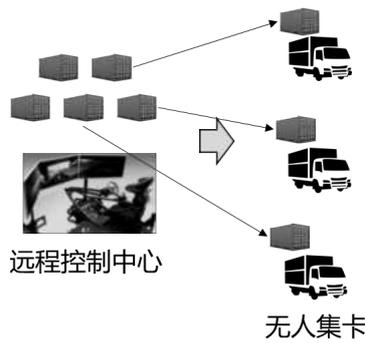


图 12 智慧集卡任务分发示意图

7.2.2.3 智慧集卡冲突避让

在集卡执行运输任务的过程中,由于远程控制中心无法在一开始阶段对行驶过程中的路线进行精确预判,因此可能出现冲突集卡间路线冲突的情况。为解决此问题,需要引入集卡之间的通信,当多个集卡之间距离过近时,可通过成簇的方式进行协同路径规划,得出避免局部冲突的路线,可有效降低中心规划的灵活度,大幅度提升运输效率。

7.2.2.4 协同需求总结

协同对象	协同内容	通信需求
集装箱卡车与控制中心	<ol style="list-style-type: none"> 1 集装箱卡车向控制中心汇报其地理位置、运动状态、运送情况等信息; 2 中心下发运输任务指令给集装箱卡车。 	<p>通信的距离: 集装箱卡车运动范围通常布满整个码头,通信距离通常在几十到几百米量级;</p> <p>通信的时延要求: 通常取决于中心规划的频率,一般 100ms 级。</p>
集装箱卡车之间协同	<ol style="list-style-type: none"> 1. 集装箱卡车之间为互相避让、合理规划两者邻近行驶路径,需要向彼此汇报地理位置、运动状态、计划路线 	<p>通信的距离: 邻近集装箱卡车间距离一般在几十米左右;</p> <p>通信的时延要求: 为避免发生冲撞事故,根据集装箱卡车运动速度,一般延时需要小于 10ms 级。</p>

8 智慧社区应用场景

8.1 智慧社区总体架构

随着新一代科技革命的发展,以多智能体为核心的智慧社区成为未来社区发展的重要方向。智慧社区融合了多智能体协同,整合社区管理、服务、产业等一系列的管理体系,完善社区公共服务,配备利民便民的智能化设施,为社区居民创造出更加便捷的生活环境。

智慧社区的总体架构如图 9 所示。智慧社区建设采用 1 套设施、1 套中枢、N 个应用的总体架构设计,即: 1 套智能体设施,包括社区巡检 AGV、社区配送 AGV、摄像头、感知设备、计量表、门禁卡等,将社区内环保、安防、能源等基础设施全部智能化,实现社区的全面感知与互联互通; 1 套智能中枢平台,这是打通智慧社区底层数据和上层应用的核心,实现底层采集数据、系统业务数据、第三方系统数据等各类数据的汇聚融合,为上层业务应用提供物联网、大数据、人工智能等核心能力支撑,实现上级垂管业务系统纵向接入和自建业务系统的横向打通; N 个社区应用场景主要将社区基础设施与智能

中枢赋能于不同场景，实现社区管理在线化、社区服务全面化、产业升级智能化、社区绿色低碳化。

智慧社区场景中的多智能体协同的主要特征在于人与智能体的协同，包括根据社区巡检 AGV 实现智能安防、通过 AGV 小车智能配送实现社区配送等等。通过智慧安防、智慧超市、社区配送等应用场景，可以全方位体验智慧社区中人与多智能体协同带来的便利。



图 9 智慧社区总体架构

8.2 具体应用场景

8.2.1 智慧安防

8.2.1.1 概述

一般的社区安防存在如下问题：一是摄像头数量较多，监视屏幕和监控人员数量较少，以人为监控为目标的视频监控并不能适应实际需求；二是大量视频图像处理存在困难，费事费力，没有用来预警防范的视频图像处理，社区安全无法保障。

智慧安防以社区巡检 AGV 为主要巡逻工具，摄像头、传感器等作为辅助设施，在社区这样的开放环境中完成安防任务。社区巡检 AGV 运行速度在 1m/s-1.5m/s 之间，可以实现 24h 自助巡检，及时发现和预判周边环境潜在的安全隐患，社区安保人员可远程监控，实时掌握环境数据，开启无人化管控。

智慧安防包括如下应用场景：

8.2.1.2 目标协同追踪

社区在高空部署立体管控系统，在制高点安装超高清摄像头来监控整个社区低点情况。通过社区巡检 AGV 和多摄像头协同，可以实现对目标的协同追踪。社区巡检 AGV 和多摄像头协同追踪采用分布式结构，社区巡检 AGV 拍摄人脸、车辆、仪表设备等视频图像，综合分析研判；摄像头主要通过目标检测、人脸识别等技术，识别目标出现位置以及移动方向。以首个发现目标的摄像头作为起始摄像头，摄像头发送目标信息至当前区域巡检 AGV，追踪目标路径。

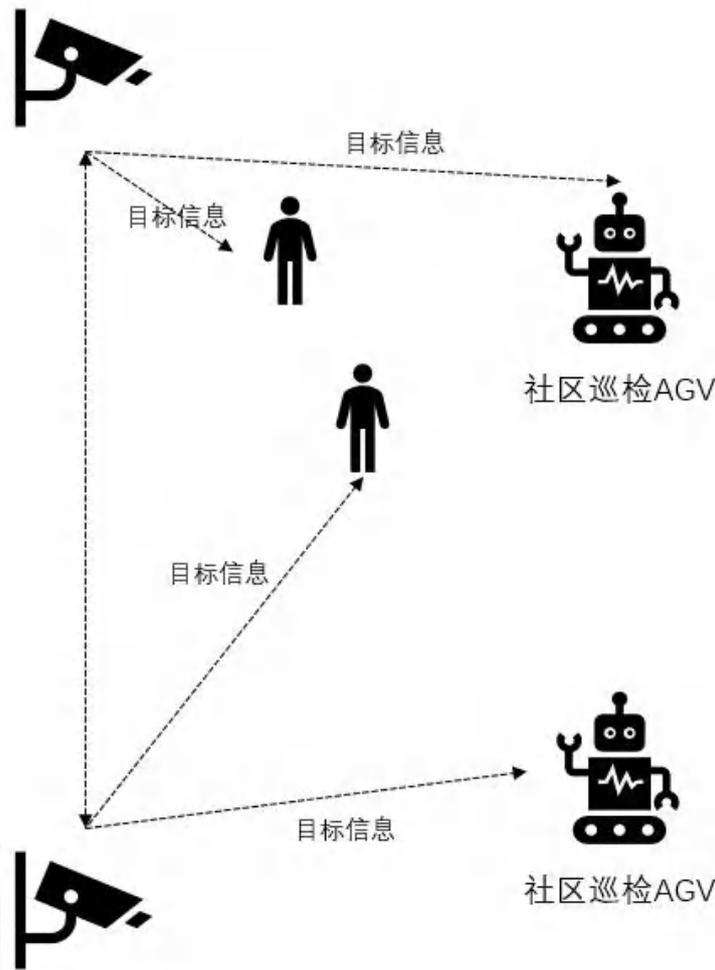


图 10 目标协同追踪

8.2.1.3 社区安防

社区安防分为社区出入控制和社区环境感知。

社区出入控制通过社区巡检 AGV、门禁系统、电子围栏、人脸识别摄像头等多智能体分布式共同协同完成。社区环境全天 AGV 巡逻；社区出入口采用门禁系统和访客系统，通过记录社区人员身份信息实现社区人员控制，访客系统对出入社区的非本社区人员进行身份信息记录；楼宇采取人脸识别系统和可视对讲系统，识别进入楼内人员信息，防止可疑人员进入楼中；社区边界布设电子围栏，与摄像头协作检测，设置入侵报警触发系统，当电子围栏被触发时，摄像头检测是否为可疑人员有意触发，若是则启动报警系统，实现最大程度的合法进出管控。

社区环境感知通过社区巡检 AGV、摄像头与传感器协同实现。控制中心向社区巡检 AGV 发送巡检区域，多个社区巡检 AGV 通过对社区 24h 全覆盖不间断巡逻，实现社区高清视频全景监控，对危险、可疑物进行识别警示，并将监控视频回传终端，实现决策与执行同步，支持实时录制和回放等功能；遇到火灾险情及时报警，实现安全问题可防可控。

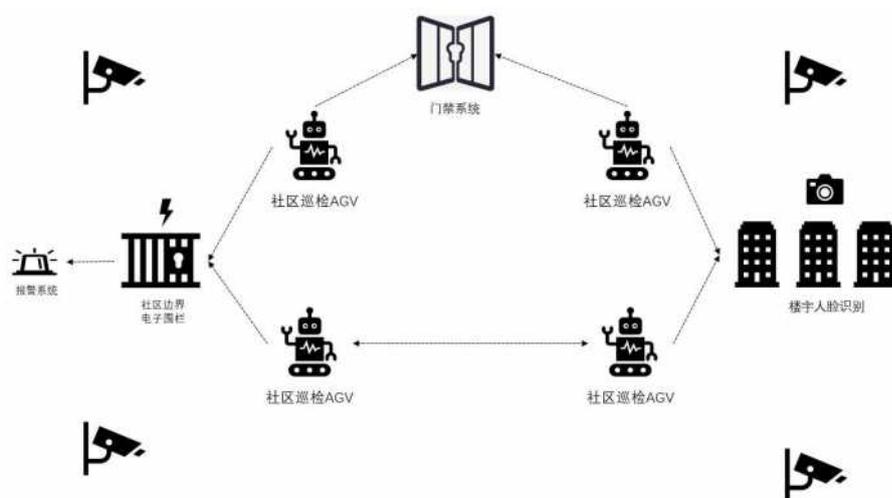


图 11 社区安防

8.2.1.4 协同需求总结

协同对象	协同内容	通信需求
社区巡检 AGV 与摄像头	目标协同追踪: <ol style="list-style-type: none"> 1. 初始在某摄像头中追踪到目标 以及其移动方向 2. 摄像头向社区巡检 AGV 发送当前位置 3. 社区巡检 AGV 对目标区域进行 巡逻 	通信的距离: 取决于当前摄像头 与社区巡检 AGV 之间的距离; 通信的时延要求: 取决于任务的 紧急情况, 一般 s 级;
多个社区巡检 AGV 与控制 中心	社区安防: <ol style="list-style-type: none"> 1. 控制中心向每个 AGV 发送社区 巡检区域 2. 多个 AGV 巡检不同区域, 对社区 环境进行全覆盖智能感知 3. AGV 向控制中心回传实时巡逻 结果 	通信的距离: 取决于社区大小; 通信的时延要求: 一般 s 级;

8.2.2 智慧超市

8.2.2.1 概述

受电子商务、消费升级等因素影响, 各线下超市的零售额均呈现增速放缓, 甚至是负增长的情况。持续有效吸引消费者, 增加销售额是连锁超市摆脱困境的重要举措。线下超市存在销售方式传统、产品品类管理较差、零售技术和经营理念落后等问题, 导致顾客在线下超市的购物体验较差。

新零售是以消费者体验为中心的数据驱动的泛零售形态, 核心价值是最大程度提升全社会流通零售业的运转效率。新零售不仅是线上线下营销和现代物流模式的融合于创新, 同时还要融入云计算、大数据等创新技术[6]。社区智慧超市以新零售为核心, 线上线下购物结合, 通过社区配送 AGV、商品挑拣 AGV、智能购物车等多智能体协同, 在极大程度上改善用户购物体验。

智慧超市总体架构如下图所示。

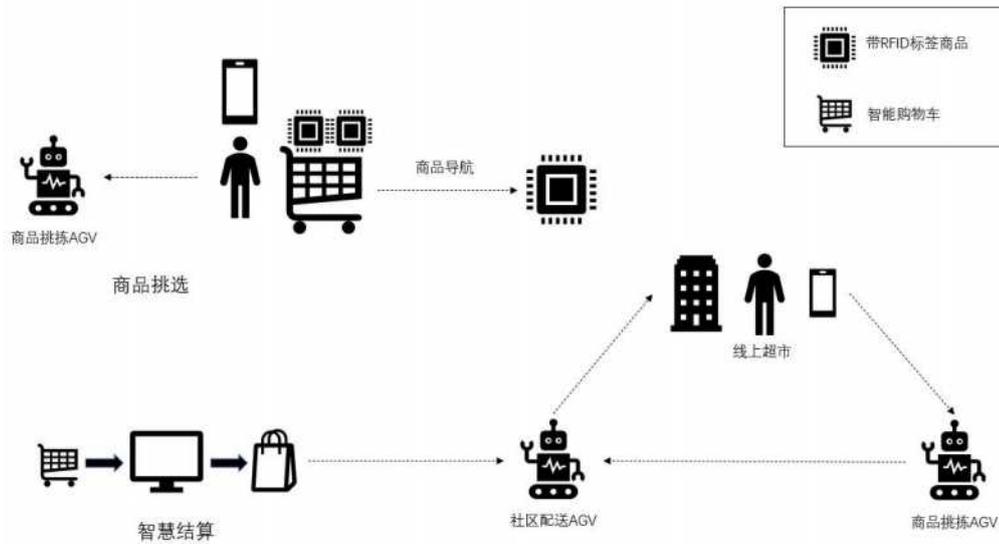


图 12 智慧超市

8.2.2.2 商品导航

消费者在超市系统中选中商品，需要导航至商品所在货架。系统需要获得消费者手机 GPS 定位授权，定位消费者所在位置。然后根据超市商品位置数据库，规划最优路线，引导消费者成功找到商品。

8.2.2.3 商品挑拣

超市中的每一个产品都将提供 RFID 无源标签，以识别其商品信息，每个购物车都安装有 RFID 阅读器来识别放入购物车的商品。消费者通过绑定智能购物车进行购物，当顾客将想要的商品放入车内，阅读器自动读取 RFID 标签获取所选商品的信息，并存储于超市系统购物车相关信息中。

用户也可以通过商品挑拣 AGV 实现商品智能挑拣，用户选好所需商品后，控制中心向商品挑拣 AGV 发送挑拣商品指令和商品位置以及 RFID 标签，AGV 在仓库中实现自动挑拣。

8.2.2.4 智慧结算

当消费者完成挑选商品后，可以通过智能购物车进行智能结算。后台数据库会根据购物车信息将每一个商品的信息按品牌名称、ID、价格、生产日期进行整理汇总。将信息传送给服务器记录，并在液晶显示屏上显示所买商品及消费金额，消费者自动完成商品结算。

8.2.2.5 线上超市

用户可以在线上进行购物。用户挑选完成商品后，由商品挑拣 AGV 进行指定商品的挑选，然后通过社区配送 AGV 进行社区配送。

8.2.2.6 社区配送

社区无人配送是指物品流通环节中没有或是少量人工参与，用社区配送 AGV 替代人工或者人机协作的配送方式，达到提高效率、减少成本的目的。用户完成线上商品挑选后，超市通过智慧物流进行商品的配送。

社区配送主要分为室外配送和室内配送。室外配送主要面临的是距离在 100 米以上的配送问题，即购买的物品被配送到配送仓库后，从一个分拣中心，通过一定的运输工具，将货物楼下。室内配送主要面临的是距离在 100 米以内配送问题，最后 100 米环境复杂，例如，乘坐电梯、上楼梯、找门户、避开

人群障碍等。

室外配送 AGV，将云端软件和硬件传感器相结合，实现车辆定位、环境感知、路径规划决策、车辆控制执行四大核心技术。配送订单需要人机协作来完成，调度系统需要确定指定人员和车辆，以及配送路径和时间，让他们刚好在相同的时间到达相同的地点，从而高效地完成订单的交接。

室内配送 AGV 的智能性主要体现在导航移动、运动控制、感知交互（视觉、语音）。导航移动是通过激光雷达、摄像头、传感器等智能设备，配合相应的算法，构建有效的地图数据，完成运算，实现机器人的自主建图、定位、路径规划，进行移动。运动控制即通过多类型传感器的信息输入，实现对外界环境信息的感知，然后基于控制技术对感知的信息进行优化处理，综合给出动作及速度的指令，最终实现机器对外界信息做出响应。感知交互技术主要包含语音识别、语义理解、人脸识别、图像识别、体感/手势交互等技术，实现货物取送，进行人机交互。

8.2.2.7 协同需求总结

协同对象	协同内容	通信需求
商品挑拣 AGV 与控制中心	<ol style="list-style-type: none"> 1. 控制中心发送商品位置、RFID 位置给商品挑拣 AGV 2. 商品挑拣 AGV 在路径规划完成后在仓库中进行商品挑拣 3. 商品挑拣完成后向控制中心发送任务完成指令 	通信的距离：取决于当前需要进行任务执行的小车（AGV）与控制中心（AP）之间的距离； 通信的时延要求：一般 s 级。
商品与智能购物车	<ol style="list-style-type: none"> 1. 智能购物车中 RFID 阅读器读取商品 RFID 标签 2. 智能购物车存储商品信息 	通信的时延要求：一般 s 级。
智能购物车与控制中心	<ol style="list-style-type: none"> 1. 购物车向控制中心发送购物车内信息 2. 控制中心计算购物总额并显示 	通信的时延要求：一般 s 级。
社区配送 AGV 和控制中心	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中心下发目的地信息给 AGV； 2. AGV 向中心发送任务确认信号； 3. 中心提供社区道路障碍点信息给 AGV； 4. AGV 向中心发送最终路径信息； 5. AGV 向中心发送任务完成信息 	通信的距离：通常取决于当前社区配送 AGV 与控制中心之间的距离； 通信的时延要求：一般 s 级。
多个社区配送 AGV 之间	<ol style="list-style-type: none"> 1. AGV 交互判断对方是否为己发生故障（是否为搜寻对象）。 	通信的距离：通常取决于搜寻具体策略，一般为 m 级； 通信的时延要求：通常取决于障碍检测传感器的灵敏程度、系统安全需求及搜寻任务的紧急情况，一般 ms 级。

智慧超市是通过多智能体协同技术辅助顾客的超市购物体验的超市形态，其通过对大量用户数据的个性化、智能化读取和运算，为每一个客户和潜在消费者生成精准购物档案，让顾客在这种新形态超市购物时获得网络化购物体验和高价值的服务感受。

9 智慧校园应用场景

9.1 智慧校园总体架构

智慧校园具体是指基于大数据，利用互联网技术建设实现的管理平台，以此为基础，能够为学校学生生活，文化建设，校园生活和教育教学管理等各项工作提供更大的平台，对学校进行智能化管理。

相对于传统校园而言，智慧校园具有以下几项特征。首先，能够科学处理海量数据，智慧校园是通过收集和存储海量数据，深入挖掘和精确分析学校内部相关的各项数据，实现其服务水平和管理水平的进一步提升。其次，能够实现宽带全覆盖，基于物联网技术和互联网技术，能够科学构建智慧校园，使其实现全方位覆盖。最后，智慧校园中人与多智能体协同场景较为常见，在图书馆、课堂等场景中，人与多智能体协同完成任务，智能体与教师、学生的互动行为更加频繁，极大地提升了校园服务的质量。

智慧校园主要有智慧图书馆应用场景。

9.2 具体应用场景

9.2.1 智慧图书馆

9.2.1.1 概述

目前图书管理系统中普遍采用“安全磁条+条形码”的技术手段，以安全磁条作为图书的安全保证，以条形码作为图书的身份认证，解决了图书管理中的一些问题，但是仍然存在顺架、排架困难，劳动强度高，图书查找、馆藏清点繁琐耗时，自动化程度低等问题。随着图书馆图书资料和服务读者的日益增多，一方面，目前图书馆的盘点完全依靠人工统计，条码辅助，图书上架、搜索难度高，极大地限制了工作效率，增大了工作人员的工作量。另一方面，所需工作人员也随着逐年增多，耗费学校大量财力和管理经费，如何在解决图书馆藏书、服务读者日益增多，也成为图书馆急需解决的问题。

智慧图书馆通过 AGV 小车，实现图书的自助借还以及馆藏的智能盘点。

9.2.1.2 自助借还

读者根据需求在图书馆自助借还机选择借书或者还书。控制中心向空闲 AGV 小车发出指令，AGV 小车根据读者需求进行操作。若读者需要借书，控制中心搜索当前馆藏，若有此藏书，发送给 AGV 小车图书当前货架位置以及 RFID 标签，AGV 小车导航至图书所在位置，取书完成。若读者需要还书，自助借还机扫描图书 RFID，并发送至控制中心。控制中心向 AGV 小车发送图书货架位置，AGV 小车导航至图书货架，还书完成。

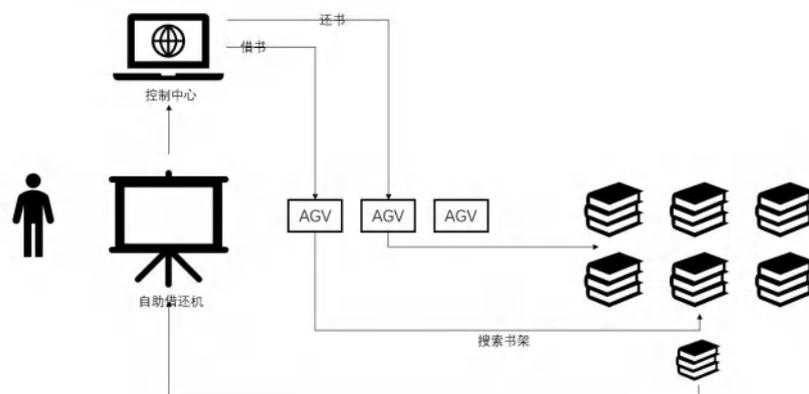


图 13 自助借还

9.2.1.3 智能盘点

智慧图书馆采用了 RFID 智能盘点 AGV, 通过对图书架上粘贴的层架标签以及图书 RFID 标签进行扫描, 实现图书馆书籍盘点、顺架、书籍采集、查找和流通资料统计等。

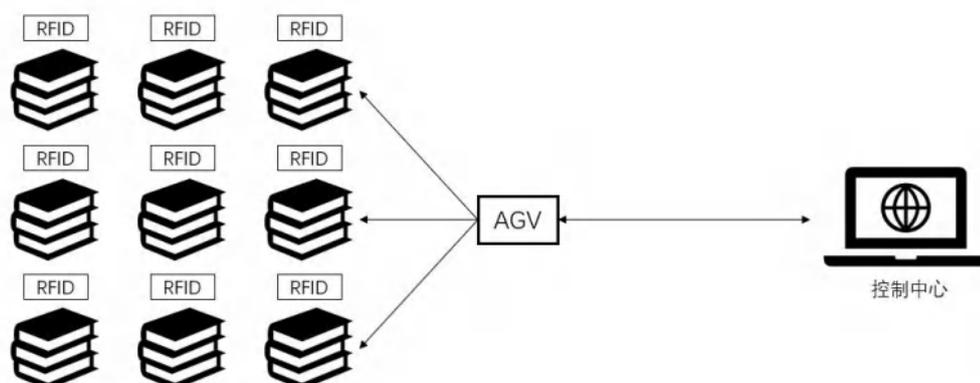


图 14 智能盘点

9.2.2 协同需求总结

协同对象	协同内容	通信需求
AGV 与控制中心	<p>还书:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 控制中心向 AGV 发送还书指令 2. AGV 接收指令后, 取出需要还的书 3. AGV 扫描书籍 RFID 标签, 获得书籍具体位置 4. AGV 根据书籍相应位置将书送至书架 5. AGV 向控制中心发送还书完成指令 <p>借书:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 控制中心向 AGV 发送借书指令, 并发送书籍 id 和书架位置 2. AGV 接收指令后, 移动至对应书架 3. AGV 扫描书架上书籍 RFID 标签, 找到目标书籍 4. AGV 将书籍送至自助借还机 5. AGV 向控制中心发送借书完成指令 	<p>通信的距离: 通常取决于 AGV 与控制中心之间的距离;</p> <p>通信的时延要求: 一般 s 级。</p>