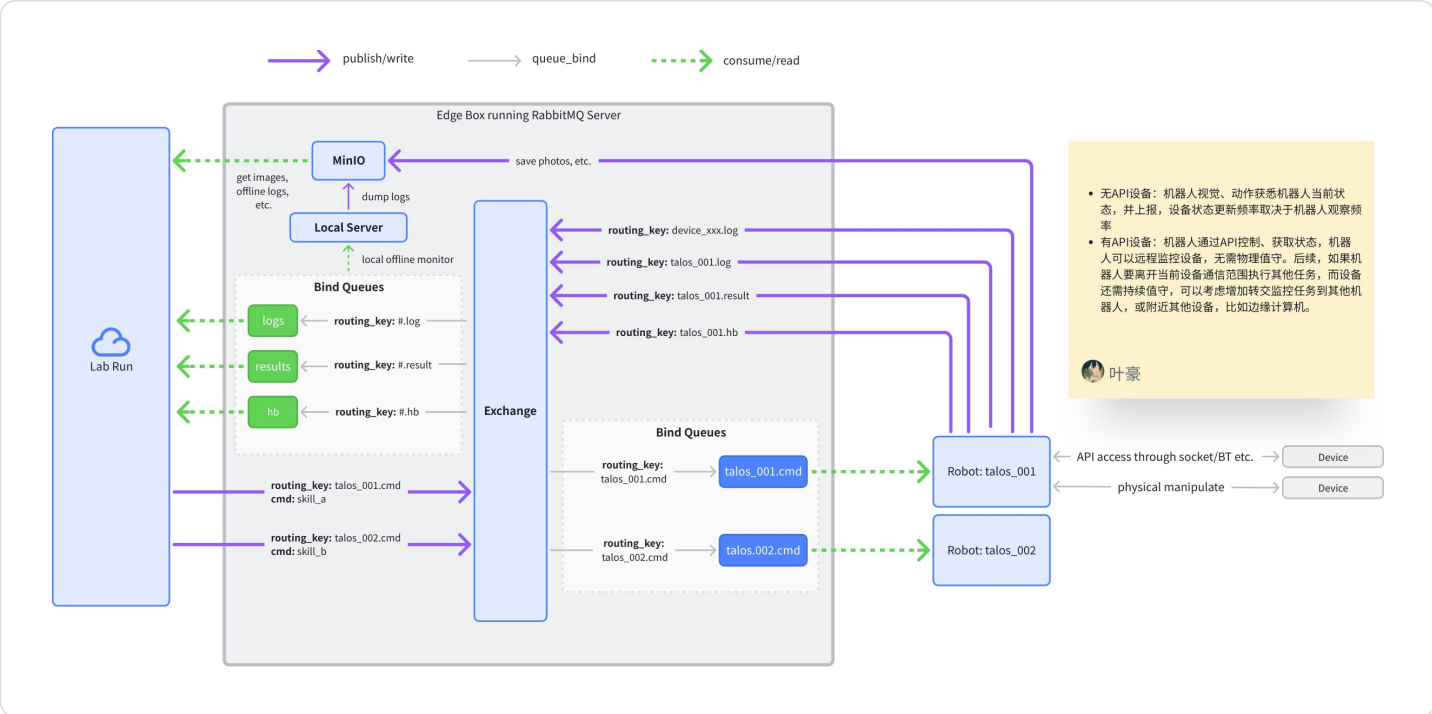
v0.2 Skill-level Runtime Service

一、通讯方案

1.1 定义



如上图所示，所有消息通过一个总的Exchange进行交换。采用Exchange模式的方便之处在于消费端比较灵活，可以有任意多个消费端，本地可以有一个Local Server做一些事情，后续LabRun到云端了也可以同步消费所有消息。

其中：

LabRun

- publish：下发机器人Skill命令
- consume/read：
  - 绑定所有#.log，#.result，#.hb，分别用于接受机器人/设备的日志，机器人技能执行结果，机器人心跳。
  - 从minio根据uri获取机器人保存的照片或其他对象。

Robot

- publish/write：
  - 设备状态更新日志、自身运行日志、技能执行结果、自身心跳。

    - 拍摄的照片或其他对象存储到minio。
- consume：绑定针对自身个体的<robot_id>.cmd，接受命令下发。

此外，还与技能执行过程中所需要交互的设备通讯，目前分为两种形式：

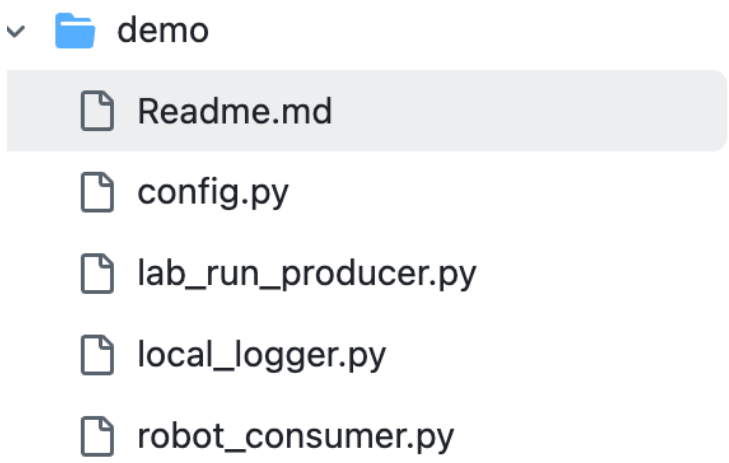
- physically：物理接触，比如按钮操作、触屏控制。设备状态的获取，通过触觉、视觉。其中：
    - 一些复杂的界面，机器人本体无法进行解析或设计上不放在机器人本体解析的，比如过柱完成的界面内容解析，需要在技能层面在这里进行断开，机器人只负责拍照，上传，然后接收上层的下发的下一步指令行动。
    - 一些简单的界面，比如旋蒸机UI上的转速、温度等的读取，虽然目前还未实现，但后续可以考虑实现后，把模型直接部署到机器人里，属于机器人对这个设备完整操作技能的一部分。因此，这些设备的当前状态，由机器人观察解析后，进行上报，告知LabRun。

Local Server

- 目前labrun如果部署在同一个局域网下，其实就不需要这个。
- 后面如果labrun部署在云端，那么考虑到云端与lab的通讯可靠性和频率，可以在实验室边缘计算机上部署一个local的offline的service，根据需要可以做一些本地的简单的事件记录、管理等。

1.2 代码示例

https://github.com/c12-ai/mars_service/blob/main/demo/Readme.md



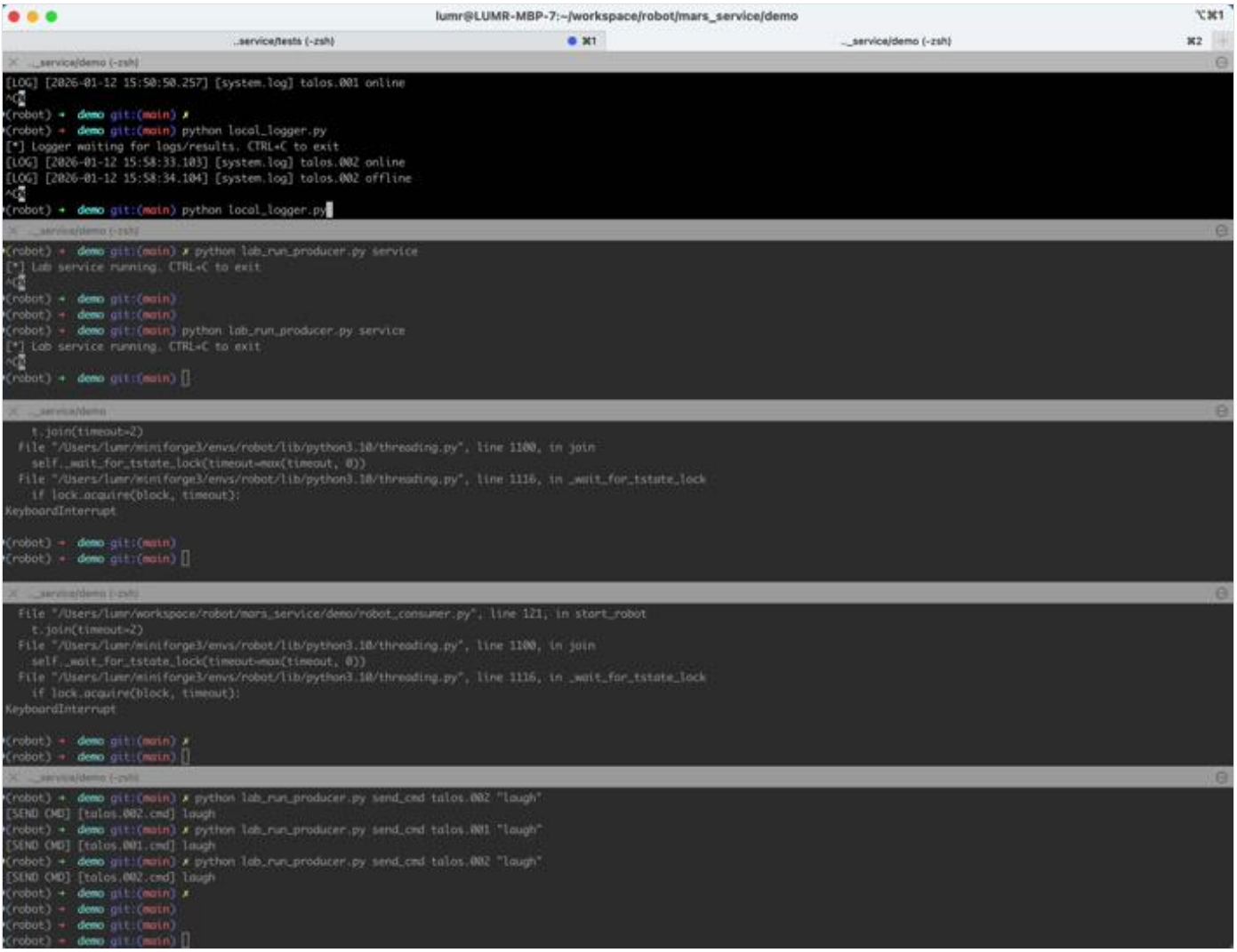
192.168.12.212这台机器是机器人研发这边用的一台用于仿真的PC，起了一个rabbitmq的docker实例，这段时间每天上班时间都会开机的，可以暂时用来做测试研发。

1.3 演示示例

如下视频所示，从上到下5个窗口分别是：

- local_logger.py：运行在EdgePC上，LabRun侧也可以有这样一个，用于监听日志，向上给用户提供。

- lab_run_producer.py service：启动一个mock的labRun的service，里面主要是附带了一个简单的对所有robot的心跳监听，目前是robot会每2秒发送一个心跳，而这里的监听如果发现超过5秒没有心跳，认为robot下线。上线/下线都会发送一条日志。
- robot_consumer.py talos.001：启动mock的001号机器人worker。
- robot_consumer.py talos.002：启动mock的002号机器人worker。
- lab_run_producer.py send_cmd <robot_id> <cmd_str>：mock的命令下发。其中，视频里演示时：
  - 命令只是字符串，下面我们会具体定义目前实际支持的命令内容格式。
  - robot接收到命令后假装执行，sleep3秒后完成，这期间都会发送日志到<robot_id>.log，完成后发送结果到<robot_id>.result
  - local_logger.py会监听#.log和#.result，以及来自lab_run_producer.py的日志，并打印出来。



二、Skill API定义

这里的技能清单我们唯物主义，根据目前机器人已经扎实实现了的动作流程，先做拆解，后续一些未实现的，后面再做加法。以及，需要对这版定义的一些流程做切分或其他修改的，到时候再修改，成本不会太高的。

2.1 数据定义

这里我先草拟一个初步的草稿。过程中需要拍照的时机如何指定，暂时没有在接口里设计，等后续再补。

备料架

每个样品柱支架、硅胶柱支架、试管架、桶的物理位置，在哪个备料架、通风橱的第几层、第几个位置，这些信息，都是物理层面上的信息，labrun可以存储这些信息，但在进行指令下发的时候，不需要进行这样物理意义上的描述。就好像地铁的每个门，机场厕所每个包间都有编号一样，LabRun对机器人下发技能指令时，涉及到这些位置的，直接给编号就行了。机器人自己需要知道这些编号对应的在这个实验室里的哪个位置，自己去完成这些物品的pick。

2.2 技能清单

- 以下各个技能的request里不包含robot_id，因为robot_id已经在publish到具体的routing_key时就被指定了。
- 关于设备状态以及技能指令如果存在冲突的：
  - 通常一些不严重的冲突，由于机器人是不对设备状态做全程严格负责的，有些状态并不感知，只管执行，比如：
    - 要求机器人把过柱机通风橱右边的桶拿到回收处，但其实那个桶还没被使用，但机器人不管，你让我拿就拿。上层调度为此负责。
  - 可能导致安全性的严重冲突的，机器人会在做一些可能有风险的动作前尽量做安全检查（现在很多能力都还不具备，需要后面慢慢加上），如果发现情况不对，会终止执行并上报异常，比如：
    - 要求机器人去取两个柱子并架设到过柱机外置机构，但柱子不在指定的位置，或者规格错误。或者，到了外置机构前，发现上面已经有柱子了，或者盖子不在最上面，无法完成架设的动作。
- 以下主要都先围绕happy flow来定义response，各种异常的response，后续再补上。
- 所有设备的state的流转，感觉需要专门进行完整的设计规划，以下技能清单的response里示例的关于一些设备state的update回传，可以视作一个暂时的比较草率的版本，是缺乏系统性设计的。
- 写着写着感觉request和response都不太简短，还有点小重的，不知道是不是

setup_cartridges

👀 **Request**

代码块

```
{
    "task_id": "xxx",
    "task_name": "setup_tubes_to_column_machine",
    "params": {
        "silica_cartridge_location_id": "bic_09B_l3_001",
        "silica_cartridge_type": "sepaflash_40g",
        "silica_cartridge_id": "sepaflash_40g_001",
        "sample_cartridge_location_id": "bic_09B_l3_001",
        "sample_cartridge_type": "ilok_40g",
        "sample_cartridge_id": "ilok_40g_001",
        "work_station_id": "fh_ccs_001"
    }
}
```

其中：

- **location_id：**可能可以展开为[customer_id]_[building_id]_[floor_id]_[rack_id]_[position_id]。每个location_id，物理意义上可能是我们的L型货架，可能是通风橱，可能是普通桌面，以后为了通用性、泛化性之类的考虑，可能还会做一些更复杂的设计，但现在其实想太多我觉得到时候未必是那样的，结合时间关系，暂时我们简单点，现阶段这里location_id对应机器人接下来去哪里、怎么取，由机器人内部维护一个很小的映射关系来进行转义。
- **sample_cartridge_type：**目前我们用的丐版的柱子就这一种型号，回头BIC那边豪华版柱子可以另外起一个type名。不过对机器人动作而言大概率是一样的。
- **sample_cartridge_type：**目前我们用的丐版的柱子就这一种型号，回头BIC那边豪华版柱子可以另外起一个type名。不过对机器人动作而言大概率是一样的。
- **silica_cartridge_id, sample_cartridge_id：**可以是持久的，也可以是临时的一个id，由labrun产生，通过下发任务时告知robot，这样后续robot回传这些柱子的状态更新时，能有一个唯一的id。
- **work_station_id：**fh_ccs_001表示fume_hood_column_chromatography_system_001，目前我们就一个用于过柱的通风橱。
  - 目前，我们研发的用于过柱的通风橱，内部布局是有我们的固定模式的，因此只需要指定是哪个站点id就行了，物理上这个站点必须是符合我们要求布局的一个通风橱。
  - 后续，如果是其他型号的通风橱，也许体积、布局不同，可能会对通风橱布局产生一定影响，届时也许会有多套略有差异的动作流程，那么这里技能接口可能会需要多一个参数，但也可能让机器人自己消化，到时候再说。

🤖 Robot Motion

- 机器人会根据silica_cartridge_location_id和sample_cartridge_location_id所在位置，前往对应站点，完成这两个柱子的获取，然后根据work_station_id的位置，前往对应站点，完成两个柱子的架设，然后在原地回到idle姿态待命。

😀 Response

代码块

```
{
    "code": 200,
    "msg": "success",
    "task_id": "xxx",
    "updates": [
        {
            "type": "robot",
            "id": "talos_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "idle"
            }
        },
        {
            "type": "silica_cartridge", // 硅胶柱
            "id": "sepaflash_40g_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "mounted"
            }
        },
        {
            "type": "sample_cartridge", // 拌样柱
            "id": "ilok_40g_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "mounted"
            }
        },
        {
            "type": "ccs_ext_module", // 过柱机外置机构
            "id": "ccs_ext_module_001",
            "properties": {
                "state": "using" // 表示这个外置机构正在被使用
```

```
            }
        }
    ]
}
```

setup_tube_rack

👀 Request

代码块

```
{
    "task_id": "xxx",
    "task_name": "setup_tube_rack",
    "params": {
        "tube_rack_location_id": "bic_09C_l3_002",
        "work_station_id": "fh_ccs_001",
        "end_state": "wait_for_screen_manipulation"
    }
}
```

其中：

- **end_state:** 是所有技能都有的一个入参，可以不提供，缺省值是idle。这里，由于设置完试管架后，我们通常衔接屏幕操作，开始过柱，因此这里不需要让机器人回到idle姿态，否则会有动作冗余，不够连续。

🤖 Robot Motion

- 机器人会根据location_id所在位置，前往对应站点，双手抓取试管架，然后根据work_station_id的位置，前往对应站点，完成试管架的架设。
- 由于指定了end_state是wait_for_screen_manipulation，因此机器人人不会回到idle姿态，而是停留在一个能更快速开始后续屏幕操作的姿态。

😀 Response

代码块

```
{
    "code": 200,
```

```
    "task_id": "xxx",
    "msg": "success",
    "updates": [
        {
            "type": "robot",
            "id": "talos_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "wait_for_screen_manipulation"
            }
        },
        {
            "type": "tube_rack",
            "id": "tube_rack_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "mounted"
            }
        }
    ]
}
```

start_column_chromatography

👀 **Request**

代码块

```
{
    "task_id": "xxx",
    "task_name": "start_column_chromatography",
    "params": {
        "work_station_id": "fh_ccs_001",
        "device_id": "isco_combiflash_001",
        "device_type": "column_chromatography_system",
        "experiment_params": {
            "silicone_column": "40g",
            "peak_gathering_mode": "peak", // 峰收集模式: all, peak, none
            "air_clean_minutes": 3, // 空气吹扫3分钟
            "run_minutes": 30, // 运行时长30分钟
            "need_equilibration": true, // 是否需要润柱
            "left_rack": "16x30mm", // 左试管架规格为16x30mm
            "right_rack": null, // 不用右试管架
        },
        "end_state": "watch_column_machine_screen"
```

```
    }
}
```

其中：

- **end_state:** 开始过柱后，机器人保持在观察屏幕的状态

🤖 Robot Motion

- 机器人会根据location_id所在位置，前往对应站点（如果已经在这里就不会动），完成屏幕的locate，然后根据指定参数操作屏幕，开始润柱、过柱，并直到结束，终止过柱，回到end_state。

😀 Response

代码块

```
{
    "code": 200,
    "task_id": "xxx",
    "msg": "success",
    "updates": [
        {
            "type": "robot",
            "id": "talos_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "watch_column_machine_screen"
            }
        },
        {
            "type": "isco_combiflash_nextgen_300",
            "id": "isco_combiflash_001",
            "properties": {
                "state": "running",
                "experiment_params": {
                    "silicone_column": "40g",
                    "peak_gathering_mode": "peak", // 峰收集模式: all, peak, none
                    "air_clean_minutes": 3, // 空气吹扫3分钟
                    "run_minutes": 30, // 运行时长30分钟
                    "need_equilibration": true, // 是否需要润柱
                    "left_rack": "16x30mm", // 左试管架规格为16x30mm
                    "right_rack": null, // 不用右试管架
```

```
                    },
                    "start_timestamp": "2025-01-13_01-17-25.312"
                }
            },
            {
                "type": "silica_cartridge",
                "id": "sepaflash_40g_001",
                "properties": {
                    "location": "work_station_id",
                    "state": "using" // 这个硅胶柱正在被使用
                }
            },
            {
                "type": "sample_cartridge",
                "id": "ilok_40g_001",
                "properties": {
                    "location": "work_station_id",
                    "state": "using" // 表示这个拌样柱正在被使用
                }
            },
            {
                "type": "tube_rack",
                "id": "tube_rack_001",
                "properties": {
                    "location": "work_station_id",
                    "state": "using" // 表示这个试管架正在被使用
                }
            },
            {
                "type": "ccs_ext_module", // 过柱机外置机构
                "id": "ccs_ext_module_001",
                "properties": {
                    "state": "using" // 表示这个外置机构正在被使用
                }
            },
            {
                "type": "column_chromatography_system", // 过柱机
                "id": "isco_combiflash_001",
                "properties": {
                    "state": "using" // 表示这个过柱机正在被使用
                }
            }
        ]
}
```

take_photo

过柱过程中如果上层希望拍照做中途的分析，来决策是否提前停止过柱，或者调整参数，需要调用此接口进行拍照。

👀 Request

代码块

```
// 值守过柱过程中的拍照观察
{
    "task_id": "xxx",
    "task_name": "take_photo",
    "params": {
        "work_station_id": "fh_ccs_001",
        "device_id": "isco_combiflash_001",
        "device_type": "isco_combiflash_nextgen_300",
        "components": ["screen"],
        "end_state": "watch_column_machine_screen"
    }
}
// 值守旋蒸过程中的拍照观察
{
    "task_id": "xxx",
    "task_name": "take_photo",
    "params": {
        "work_station_id": "fh_evaporate_001",
        "device_id": "evaporator_001",
        "device_type": "evaporator",
        "components": "screen",
        "end_state": "watch_column_machine_screen"
    }
}
```

这是一个面向事件语义的拍摄需求描述。机器人会根据自身状态，自行处理到达位点、locate、拍摄等动作。其中：

- **device_id**：要拍照对象的设备id
- **device_type**：设备类型，这里是这款过柱机的型号。
- **components**：设备上的具体要拍摄的部件list。
- **end_state**：watch_column_machine_screen表示技能结束后，继续保持拍摄时的姿态。idle则是回到idle姿态。

🤖 Robot Motion

- 机器人会根据location_id所在位置，前往对应站点（如果已经在这里就不会动），完成设备component的locate，然后完成对component的拍摄。
- 希望上层不需要关心机器人怎么拍，用哪只手拍，而只需要描述清楚要拍摄的对象是什么，拍它的哪里。

😀 **Response**

代码块

```
{
    "code": 200,
    "task_id": "xxx",
    "msg": "success",
    "updates": [
        {
            "type": "robot",
            "id": "talos_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "watch_column_machine_screen"
            }
        },
        {
            "type": "isco_combiflash_nextgen_300",
            "id": "isco_combiflash_001",
            "properties": {
                "state": "terminated",
                "experiment_params": {
                    "silicone_column": "40g",
                    "peak_gathering_mode": "peak", // 峰收集模式: all, peak, none
                    "air_clean_minutes": 3, // 空气吹扫3分钟
                    "run_minutes": 30, // 运行时长30分钟
                    "need_equilibration": true, // 是否需要润柱
                    "left_rack": "16x30mm", // 左试管架规格为16x30mm
                    "right_rack": null, // 不用右试管架
                },
                "start_timestamp": "2025-01-13_01-17-25.312"
            }
        }
    ],
    "images": [
        {
            "work_station_id": "fh_evaporate_001",
            "device_id": "evaporator_001",
```

```
            "device_type": "evaporator",
            "component": "screen", // 对准旋蒸机屏幕拍照
            "url": "http://xxxxx.jpg"
        },
        {
            "work_station_id": "fh_evaporate_001",
            "device_id": "evaporator_001",
            "device_type": "evaporator",
            "component": "round_bottom_flask", // 对准茄形瓶拍照
            "url": "http://xxxxx.jpg"
        }
    ]
}
```

其中：

- image_url：机器人拍摄好后上传到边缘计算机上的对象存储的可访问地址。

terminate_column_chromatography

暂时不独立提供暂停/恢复过柱的接口，尽管实现上也比较容易做到。我们还是跟着眼下最紧迫的需求来，后面需要了再补。

👀 **Request**

代码块

```
{
    "task_id": "xxx",
    "task_name": "terminate_column_chromatography",
    "params": {
        "work_station_id": "fh_cc_001",
        "device_id": "isco_combiflash_001",
        "device_type": "isco_combiflash_nextgen_300",
        "end_state": "idle"
    }
}
```

🤖 **Robot Motion**

- 机器人会根据location_id所在位置，前往对应站点（如果已经在这里就不会动），完成过柱机屏幕操作，终止正在进行的过柱任务，拍摄过柱结果界面的图片并返回。

- 目前默认情况下，机器人完成这次过柱结果的拍照后，过柱机界面保持在最终终止、呈现过柱结果的界面。机器人下次启动过柱时需要再行判断，是否要关闭当前界面，然后开始新实验。

😀 Response

代码块

```
{
    "code": 200,
    "task_id": "xxx",
    "msg": "success",
    "updates": [
        {
            "type": "robot",
            "id": "talos_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "idle"
            }
        },
        {
            "type": "isco_combiflash_nextgen_300",
            "id": "isco_combiflash_001",
            "properties": {
                "state": "terminated",
                "experiment_params": {
                    "silicone_column": "40g",
                    "peak_gathering_mode": "peak", // 峰收集模式: all, peak, none
                    "air_clean_minutes": 3, // 空气吹扫3分钟
                    "run_minutes": 30, // 运行时长30分钟
                    "need_equilibration": true, // 是否需要润柱
                    "left_rack": "16x30mm", // 左试管架规格为16x30mm
                    "right_rack": null, // 不用右试管架
                },
                "start_timestamp": "2025-01-13_01-17-25.312"
            }
        },
        {
            "type": "silica_cartridge",
            "id": "sepaflash_40g_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "used"
            }
        },
```

```
        {
            "type": "sample_cartridge",
            "id": "ilok_40g_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "used"
            }
        },
        {
            "type": "tube_rack",
            "id": "tube_rack_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "used"
            }
        },
        {
            "type": "ccs_ext_module", // 过柱机外置机构
            "id": "ccs_ext_module_001",
            "properties": {
                "state": "used" // 外置机构目前处于被使用状态，意为这一次过柱完成了，柱子还没拆
            }
        },
    ]
}
```

fraction_consolidation

包含机器人拉出试管架，收集指定洗脱管中的溶液，倒掉其余溶液，丢弃试管架，合上废液桶盖子，抓取茄形瓶的完整动作序列。

👀 **Request**

代码块

```
{
    "task_id": "xxx",
    "task_name": "fraction_consolidation",
    "params": {
        "work_station_id": "fh_cc_001",
        "device_id": "isco_combiflash_001",
        "device_type": "isco_combiflash_nextgen_300",
        "collect_config": [0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0],
        "end_state": "moving_with_round_bottom_flask"
```

```
    }
}
```

其中：

- collect_config：表示过柱机收集试管的顺序下，每个试管是否要收集，1表示要，0表示不要。list长度应当为所有用到的试管的长度，机器人呢也只会处理这些数量的试管。

🤖 Robot Motion

- 机器人会根据location_id所在位置，前往对应站点（如果已经在这里就不会动），完成上述的所有动作序列。

😀 Response

代码块

```
{
    "code": 200,
    "task_id": "xxx",
    "msg": "success",
    "updates": [
        {
            "type": "robot",
            "id": "talos_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "moving_with_round_bottom_flask" // 机器人手持茄形瓶，可以移动的姿态
            }
        },
        {
            "type": "tube_rack",
            "id": "tube_rack_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "used,pulled_out,ready_for_recovery" // 这里我还没想的很清楚，想表达的是，目前试管架已经用过了，拉出来了，已经可以被拿去回收处理了
            }
        },
        {
            "type": "round_bottom_flask",
            "id": "rbf_001",
            "properties": {
```

```
                "location": "work_station_id",
                "state": "used,ready_for_evaporate" // 已经收集完，可以用于旋蒸的状态
            }
        },
        {
            "type": "pcc_left_chute",
            "id": "pcc_left_chute_001", // post-column-chromatography
            "properties": {
                "pulled_out_mm": 12, // 被拉出的距离（这里仅做一个状态记录，后续机器人操作不会严格依赖的，会确保重新安全地观察这个抽屉的状态，来自行妥善处理）
                "pulled_out_rate": 0.02, // 被拉出的比例
                "closed": false,
                "front_waste_bin": "close", // open表示已开盖，close表示已关盖，null表示不存在，即未架设
                "back_waste_bin": "full" // 暂时拍的，表示后面的桶满了，后面大概率要重新想想，可能会改
            }
        },
        {
            "type": "pcc_right_chute",
            "id": "pcc_right_chute_001", // post-column-chromatography
            "properties": {
                "pulled_out_mm": 0.464, // 被拉出的距离
                "pulled_out_rate": 0.8, // 被拉出的比例
                "closed": false,
                "front_waste_bin": "full", // 暂时瞎拍的，留个空，用过的试管桶一律认为满了，后面再讨论再改
                "back_waste_bin": "full"
            }
        }
    ]
}
```

其中，这里涉及到了大量的设备状态更新，其中肯定有许多的描述方式是欠考虑的，这里先简单拍一版，后面整体考虑设计清楚了再调整。比如：

- 暂未考虑茄形瓶上漏斗的状态变化，目前机器人会和试管一起丢到右侧方桶里

start_evaporation

需要机器人当前正抓着茄形瓶（这个抓茄形瓶动作到底归到哪个技能，怎么切，以后可以再调整）。

包括机器人工作：前往旋蒸通风橱，架设茄形瓶，操作真空泵，设置旋蒸机参数，开始旋蒸。

- 旋蒸这里还有一点之前没考虑的是，水浴锅里的水位如何确保，水位不同，下降同样高度就不一定能满足预期浸没效果。理论上，感觉是需要机器人来为此负责，要能在实验进行中观察水位位置，是否满足需要，并且动态调整茄形瓶下降高度，以达到预期浸没程度。

👀 Request

代码块

```
{
  "task_id": "xxx",
  "task_name": "start_evaporation",
  "params": {
    "work_station_id": "fh_evaporate_001",
    "device_id": "evaporator_001",
    "device_type": "evaporator",
    "profiles": {  // 可以设置套的参数，用于不同情况
        "start": { // start为保留键，表示开始时的初始状态，不需要trigger
            "lower_height": 60.5, // 茄形瓶要下降的高度，单位mm
            "rpm": 60, // 转速，单位rpm
            "target_temperature": 40, // 水浴加热温度，单位摄氏度
            "target_pressure": 660, // 真空泵压力，单位mbar，初始参数会再压力到达后才松开茄形瓶
        },
        "stop": { // stop为保留键（可以不提供，则不预先指定停止动作），表示结束的条件，机器人点击stop一键停止，不用设置固定参数。这里的stop仅为停止旋蒸机，不涉及取下茄形瓶
            "trigger": {
                "type": "time_from_start",
                "time_in_sec": 3600 // 旋蒸开始后一小时结束
            }
        },
        "lower_pressure": {
            "lower_height": 60.5,
            "rpm": 60,
            "target_temperature": 40,
            "target_pressure": 240,
            "trigger": {
                "type": "time_from_start", // 延时触发
                "time_in_sec": 600 // 开始旋蒸后10分钟切为这个参数
            }
        },
        "reduce_bumping": { // 爆沸应对参数，不期望发生，作为安全兜底
            "lower_height": 59, // 爆沸时抬高一点茄形瓶，减小水浴接触面积
            "rpm": 60,
            "target_temperature": 40, // 温度不变
            "target_pressure": 500, // 升高压力，缓解爆沸
            "trigger": {
```

```
                "type": "event", // 基于事件触发
                "event_name": "bumping" // 需要机器人具备爆沸检测能力
            }
        }
    },
    "post_run_state": "observe_evaporation" // 如果profiles里只有start，这里是idle，则机器人启动旋蒸后就解放了。如果需要机器人值守，持续观察，则这里要设置为观察state
  }
}
```

其中：

- profiles：目前假想设计了比较多不同的profile，有些trigger比如event还是目前机器人不具备的能力。短期内可能只要支持start，stop，以及类似lower_pressure这样由time_from_start触发的就可以。

🤖 Robot Motion

- 机器人会根据location_id所在位置，前往对应站点（如果已经在这里就不会动），完成上述的所有动作序列。
- 机器人自己会对技能做一些最基本的前置条件检查，比如它会确认自己当前是不是拿着一个待旋蒸的茄形瓶，如果不是，那会拒绝这个技能，并返回相应报错信息。

😀 Response

代码块

```
{
    "code": 200,
    "task_id": "xxx",
    "msg": "success",
    "updates": [
        {
            "type": "robot",
            "id": "talos_001",
            "properties": {
                "location": "work_station_id",
                "state": "observe_evaporation"
            }
        },
        {
            "type": "round_bottom_flask",
            "id": "rbf_001",
```

```
            "properties": {
                "location": "fh_evaporate_001",
                "state": "used,evaporating" // used表示不干净了，有液体，被使用过，evaporating表示正在旋蒸
            }
        },
        {
            "type": "evaporator",
            "id": "evaporator_001", // post-column-chromatography
            "properties": {
                "running": true, // 表示已启动，启动其实主要是启动水浴加热
                "lower_height": 60.5, // 茄形瓶下降的高度，单位mm
                "rpm": 60, // 当前转速，单位rpm
                "target_temperature": 40, // 目标水浴加热温度
                "current_temperature": 36, // 当前水浴加热温度
                "target_pressure": 660,
                "current_pressure": 659
            }
        }
    ]
}
```

其中，response中，目前把气压放到evaporator里了，尽管目前我们实际上物理意义上真空泵是一个独立的设备，但从配套使用上，我们暂时不妨把它视为一个完整设备，感觉会简单一点，否则，要额外维护一些设备关联关系之类的，技能传参也会变得更加复杂。

[TODO] stop_evaporation

结束旋蒸，把茄形瓶取下，拿到需要得地方去。

次优先级，先放一放。

[TODO] setup_ccs_bins

架设过柱机通风橱右侧的若干桶

[TODO] return_ccs_bins

把用过的过柱机通风橱右侧的桶给拿到废料区

[TODO] return_cartridges

把用过的柱子拆下来放回废料区

[TODO] return_tube_rack

把用过的试管架取下来拿回废料区

三、实现进展

3.1 lab_edge

边缘计算机上的服务：https://github.com/c12-ai/lab_edge

目前就放了个minio，以及rabbitmq的server。

3.2 mars_service

机器人上的服务：https://github.com/c12-ai/mars_service

还在开发中。