

# 分布式并行计算

---

UM 软件入门系列教程

(10)

四川同算科技有限公司 译

2021 年 3 月

## 版权和商标

本教程仅供读者参考，不同的版本其界面可能有个别不同之处，我们会不定期进行修订。对于本文档中可能出现的任何错误，我们不承担任何责任或义务。

版权所有© 2021 Computational Mechanics Ltd.

俄罗斯计算力学有限公司保留所有权利。

## 联系方式

最新版的UM软件和相应的用户手册下载地址：

<http://www.universalmechanism.com/en/pages/index.php?id=3>.

若无法访问，请点击：<http://www.umlab.ru/en/pages/index.php?id=3>.

在使用过程中，读者如有任何报错、疑问和建议，请发送邮件至：

[um@universalmechanism.com](mailto:um@universalmechanism.com)

## UM总部

Computational Mechanics Ltd.

Vostochnaya str. 2-14, Glinischevo, Bryansk region, 241525, Russia

Phone, fax: +7 4832 568637

[www.universalmechanism.com](http://www.universalmechanism.com) [www.umlab.ru](http://www.umlab.ru)

## UM中国

四川同算科技有限公司

四川省眉山市彭山区蔡山西路2号伟业广场1911室

办公电话：028-38520556

公司网站：[www.tongsuan.cn](http://www.tongsuan.cn)

电子邮件：[um@tongsuan.cn](mailto:um@tongsuan.cn)



微信公众号



QQ 交流群

# 目 录

<b>1.</b>	<b>简介.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>分布式并行计算.....</b>	<b>2</b>
2.1	运行方式 .....	2
2.2	配置客户端.....	3
2.3	配置服务器.....	6
2.4	准备运行并行计算模型.....	14
2.5	运行并行计算.....	17

# 1. 简介

**UM Cluster** 是 **Universal Mechanism** 软件的分布式并行计算模块，可在局域网内组建计算机集群，进行大规模的分布式并行计算，提高硬件资源利用率，缩短计算周期。

**UM Cluster** 模块由两部分组成：服务器和客户端。本文中提到的 **UM Cluster** 或 **Cluster** 指的是整个分布式并行计算系统。其中管理并行计算任务的服务器称之为 **UM Cluster Server**，执行计算任务的客户端称之为 **UM Cluster Client**。

**UM Cluster** 的服务器和客户端都属于 **UM** 软件。其中，在客户端计算机上并不需要安装完整的 **UM** 软件，只需安装必要的组件。

**UM** 软件的许可政策并未限制客户端计算机的数量，只需要服务器计算机具有该模块的授权即可。

**UM** 提供独立的客户端程序 **UM Cluster Client**，可在官方网站下载：  
<http://www.umlab.ru/en/pages/index.php?id=3>

客户端缺省安装位置为 **C:\Program Files\UM Software Lab\UM Cluster Client**。

服务器是随 **UM** 主程序安装的，无需单独安装，缺省位于 **C:\Program Files\UM Software Lab\Universal Mechanism\9\bin**

## 兼容性

经测试，**UM** 软件可以安装在 **64** 位的 **Windows 7/8.1/10**，**Windows Server 2008/ 2012R2/2016/2019**。其他版本的操作系统未测试。

## 课程内容

1. 如何在客户端计算机上安装独立的 **UM Cluster Client** 分布式并行计算程序。
2. 了解 **UM Cluster** 并行计算对操作系统的一些基本设置要求。
3. 使用 **UM Cluster Server** 创建用于并行计算的客户端计算机列表。
4. 使用 **UM Cluster Server** 检测客户端计算机的状态。
5. 使用 **UM Cluster Server** 进行客户端程序远程安装。
6. 运行分布式并行计算。

## 2. 分布式并行计算

### 2.1 运行方式

当我们使用 UM 软件建立一个 **Scanning** 批处理项目时，在 **Run** 页面，有个 **Distributed Calculation** 选项。若将它选上，就表示调用分布式并行计算模块。不过前提是要先设置好用于并行计算的客户端计算机列表，并保证这些计算机可正常调用。

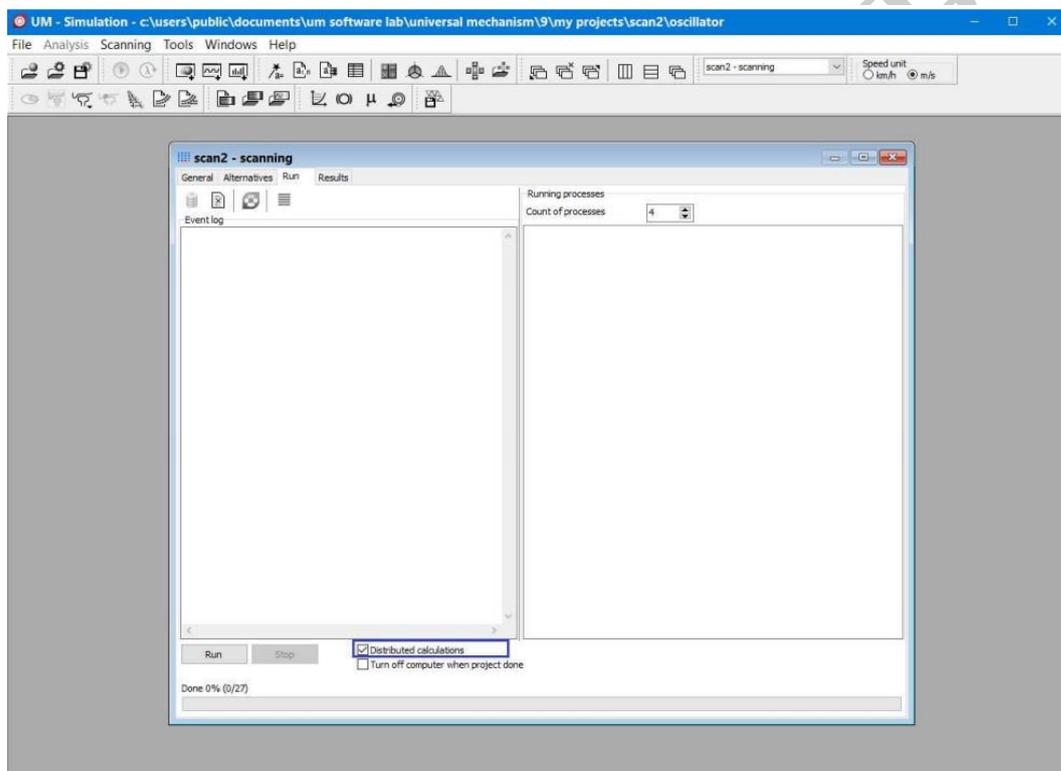


图 2.1 UM 批处理仿真界面

为了使得分布式并行计算能正常进行，我们必须先完成以下操作：

1. 在客户端计算机上安装独立的 **UM Cluster Client** 客户端程序；
2. 在服务器计算机上使用 **UM Cluster Sever** 程序配置好客户端计算机列表；
3. 检查服务器和客户端计算机之间的通信和交互。

接下来，我们将介绍如何进行这些操作。

## 2.2 配置客户端

### 2.2.1 关于操作系统

**UM Cluster Server** 基于 **Windows** 操作系统内置的网络机制（如：服务、子系统）实现服务器与客户端计算机的远程交互，这些交互包含以下内容：

- 服务器与客户端计算机之间的文件交换；
- 从客户端计算机运行 **UM** 软件的求解器 **UM Solver**；
- 从服务器远程控制客户端计算机执行计算。

以上这些操作需要相应的系统权限，在 **Windows Server 2008/2012/2016/2019** 等服务器操作系统中是缺省打开的，而对于用户常用的 **Windows Vista, Windows 7/8/10** 这类系统则缺省是关闭的。

具体来说，以下四个选项是决定远程交互是否成功的关键，缺一不可：

1. **UAC**（用户帐户控制）
2. **Server**（服务器服务）
3. **Remote registry**（远程注册表）
4. **Firewall**（防火墙）

以上任何设置不当，都会导致服务器与客户端不能正常交互。为简便起见，**UM** 软件将这四个选项简称为 **USRF**，分别是四个选项的首字母。

用户在安装独立的 **UM Cluster Client** 程序时，程序已经将系统调整为最佳的设置，一般不需要手动修改。

## 2.2.2 安装客户端程序

客户端程序安装过程如下：

1. 从官方网站 <http://www.umlab.ru/en/pages/index.php?id=3> 获取最新的分布式并行计算客户端安装程序；
2. 在要作为客户端的计算机上安装客户端程序 **UM Cluster Client.exe**；
3. 完成安装，并按提示重启计算机；
4. 重启后，客户端监视器 **UM Monitor** 会自动运行，并最小化到任务栏（隐藏图标组），该程序用于在客户端检测和监视。

从任务栏点开 **UM Monitor**，在 **Network availability** 页面的 **USRF** 四个标签项都是绿色，如图 2.2 所示。

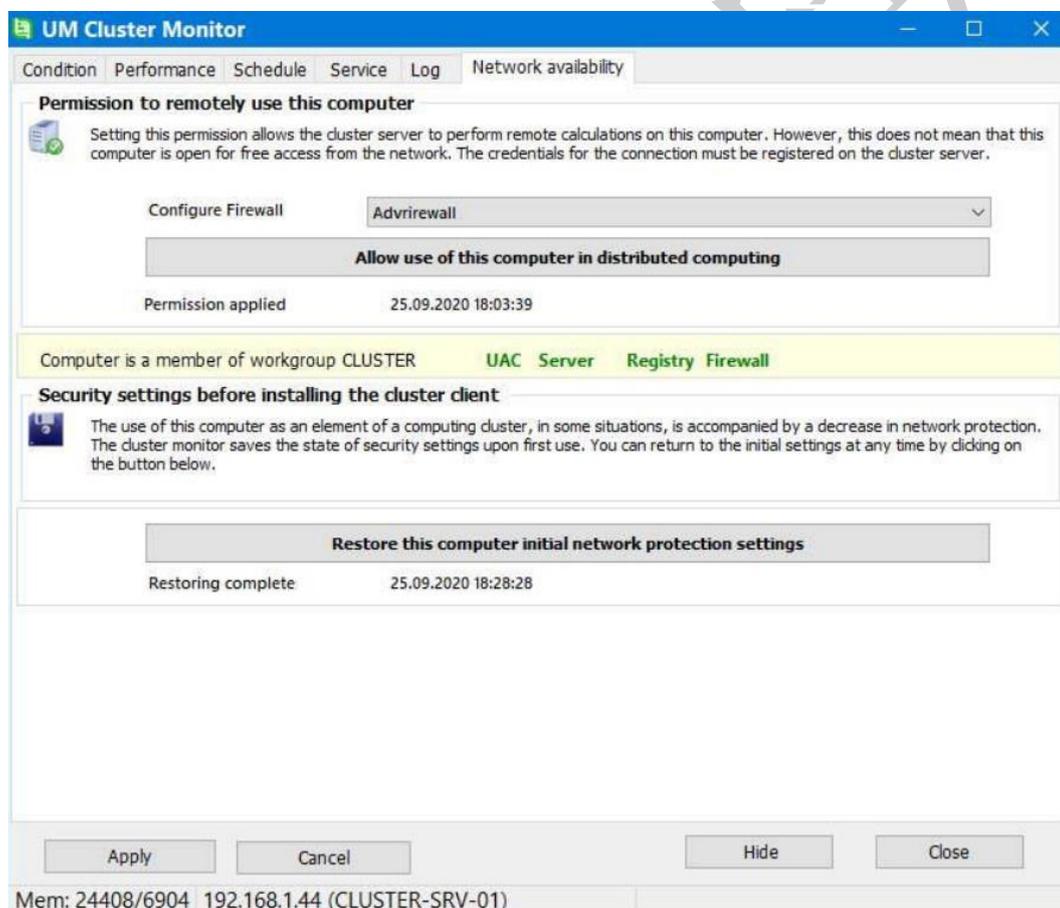


图 2.2 UM Monitor 界面

正常情况，**UAC**、**Server**、**Registry** 和 **Firewall** 四个标签都显示为绿色，表明相应的系统权限已经开启，可以用于分布式并行计算。

然而，有时候由于各种原因，未能全部修改，如图 2.3 所示。

此时，可点击 **Allow use of this computer in distributed computing**，然后会提示重启计算机，重启后一般就全部变绿了。

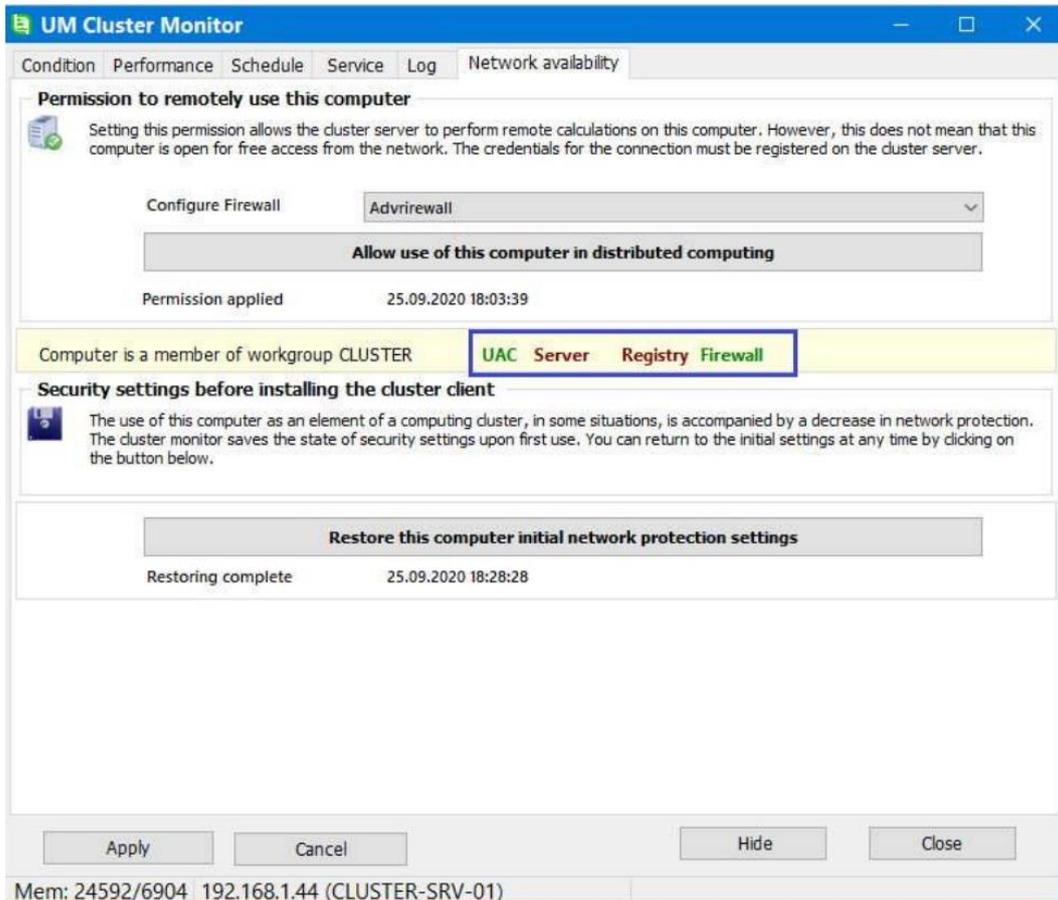


图 2.3 服务器和远程注册表未开启

如果要恢复之前的设置，可点击 **Restore this computer initial network protection settings**。

## 2.3 配置服务器

在分布式并行计算的服务器端，我们需要创建客户端计算机列表，并检查连接和交互状态。使用 **UM Cluster Server** 服务器管理程序可以添加客户端、安装客户端程序和检查状态。作为示例，下面我们将添加三个客户端计算机，组建一个微型集群。

### 2.3.1 首次启动服务器控制程序

从开始菜单 **Universal Mechanism 9 x64 | Tools | UM Cluster Server** 运行服务器管理程序。

第一次运行时，如图 2.4 所示，计算机列表显示为空，程序自动探测出服务器本机所在的网段。

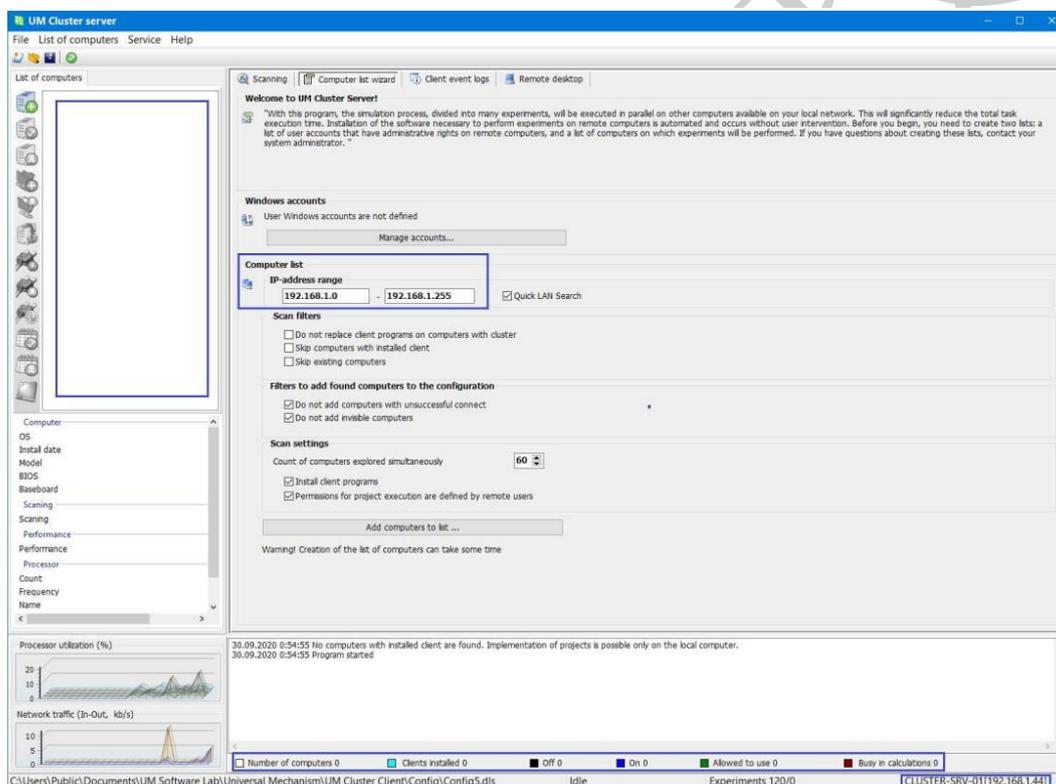


图 2.4 首次运行的界面

### 2.3.2 将服务器本机添加到客户端计算机列表

在 **UM Cluster Server** 界面左侧有一列图标，用于管理客户端计算机列表，其中只有第一个 (**Add computer**) 为激活状态。

点击这个 **Add computer** 图标，弹出计算机参数设置窗口。现在我们把本机添加到列表，最下一栏显示了 **IP** 地址和计算机名。在 **IP-address** 处输入 **IP** (本文为 192.168.1.44)，会自动显示计算机名。对于本机，无需设置用户名和密码。

### 2.3.3 添加一个局域网内的计算机到客户端列表

现在，我们添加一个已经安装了 **UM Cluster Client** 独立程序的计算机作为客户端，安装方法已经在章节 2.2.2 介绍。

我们需要知道这台计算机的 **IP** 地址、具有管理员权限的用户帐户及密码。本文以 IP 192.168.54 为例，请读者自行找到自己局域网内计算机的 IP 地址。

需要注意以下几点：

- 当在 **IP-address** 一栏输入局域网中某台计算机的 **IP** 地址时，在 **Name** 一栏会自动识别出计算机名；反之，如果先在 **Name** 一栏输入正确的计算机名，程序也会自动搜索获得对应的 **IP** 地址；
- 程序不支持添加重复的 **IP** 和计算机名；
- 计算机的用户帐户格式如图 2.5 所示，“计算机名\用户名”；
- 列表中的计算机及用户帐户信息以加密形式保存在 **UM Cluster** 程序中，足够安全。

这里，我们在第一次输入密码时，请先故意输入一个错误的密码。这样，我们的列表就有了两个计算机。

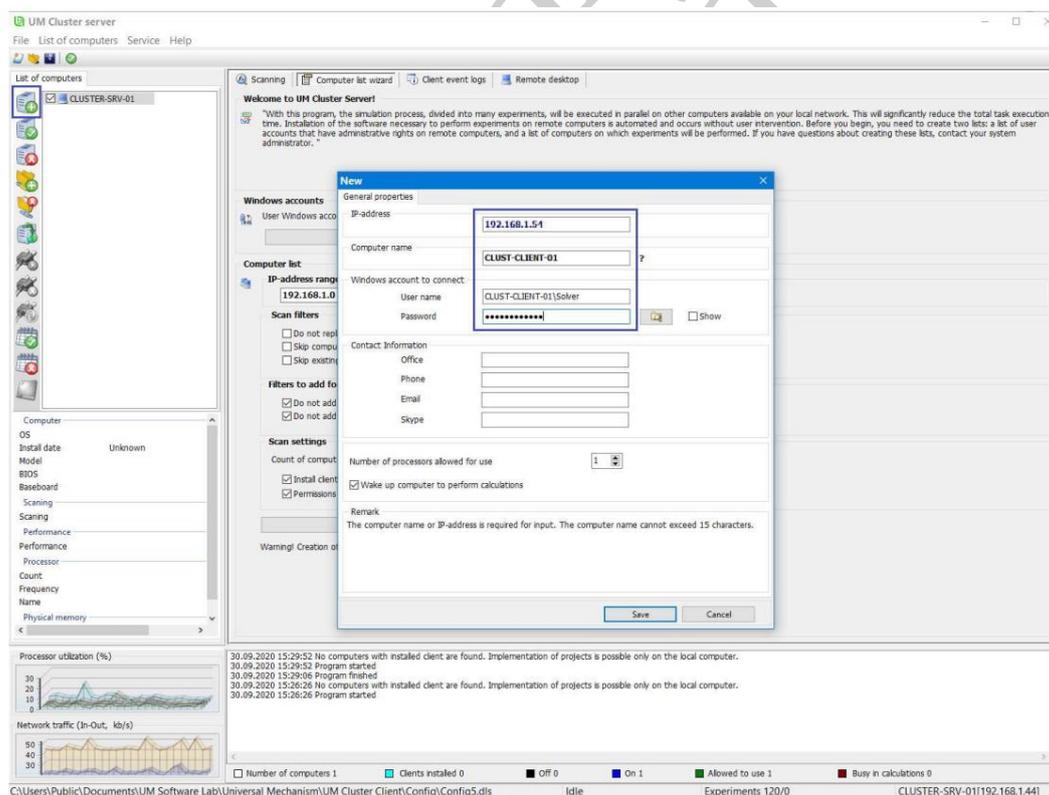


图 2.5 添加新的计算机到集群列表

### 2.3.4 选择要用来进行并行计算的计算机

在并行计算开始之前，我们必须先在 **UM Cluster Server** 界面的列表中勾选若干台客户端计算机。

当我们选择上一步新添加的那台计算机时，程序会提示错误，如图 2.6 所示。这个错误提示是说服务器并不知道这台客户端计算机是否已安装了 **UM Cluster Client** 客户端程序，因为在添加计算机时并未作此检测。

服务器可以通过两个操作来检测客户端计算机的状态：一是获取计算机参数，二是强制远程安装客户端程序。

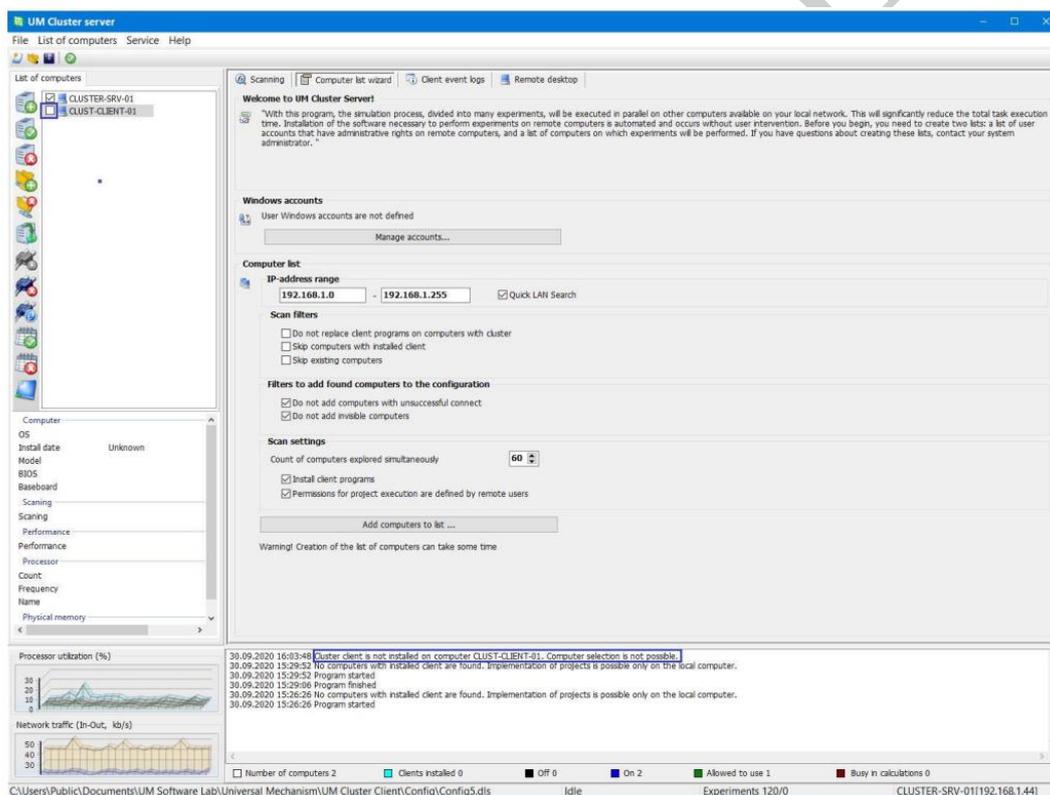


图 2.6 提示该计算机无法用于并行计算

现在我们可以尝试，选中这台客户端计算机，点右键，选择菜单 **Explore computer hardware**，如图 2.7 所示。

请注意，先前我们故意输错了用户密码，故此时程序会返回错误信息：**Invalid username or password**。服务器操作日志位于底部窗口。

所有集群相关的组件都与 **Windows** 操作系统的**服务**有关，如果没有足够的权限访问这些系统**服务**，就会收到错误提示，无法完成所需操作。

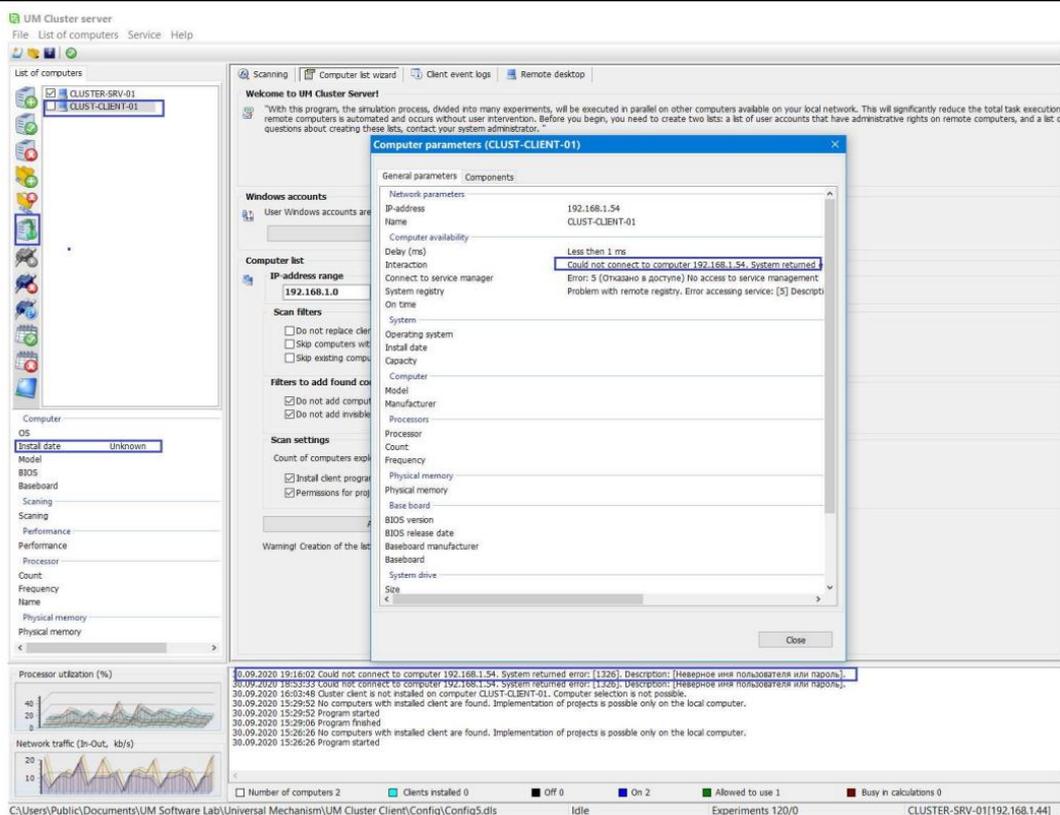


图 2.7 获取计算机参数时的反馈

现在我们从列表中双击这台客户端计算机，在参数页面设置正确的密码。然后再次尝试获取计算机参数（点右键，选择菜单 **Explore computer hardware**）。如图 2.8 所示，没有提示任何错误，这样我们就可以选择这台计算机参与分布式并行计算。

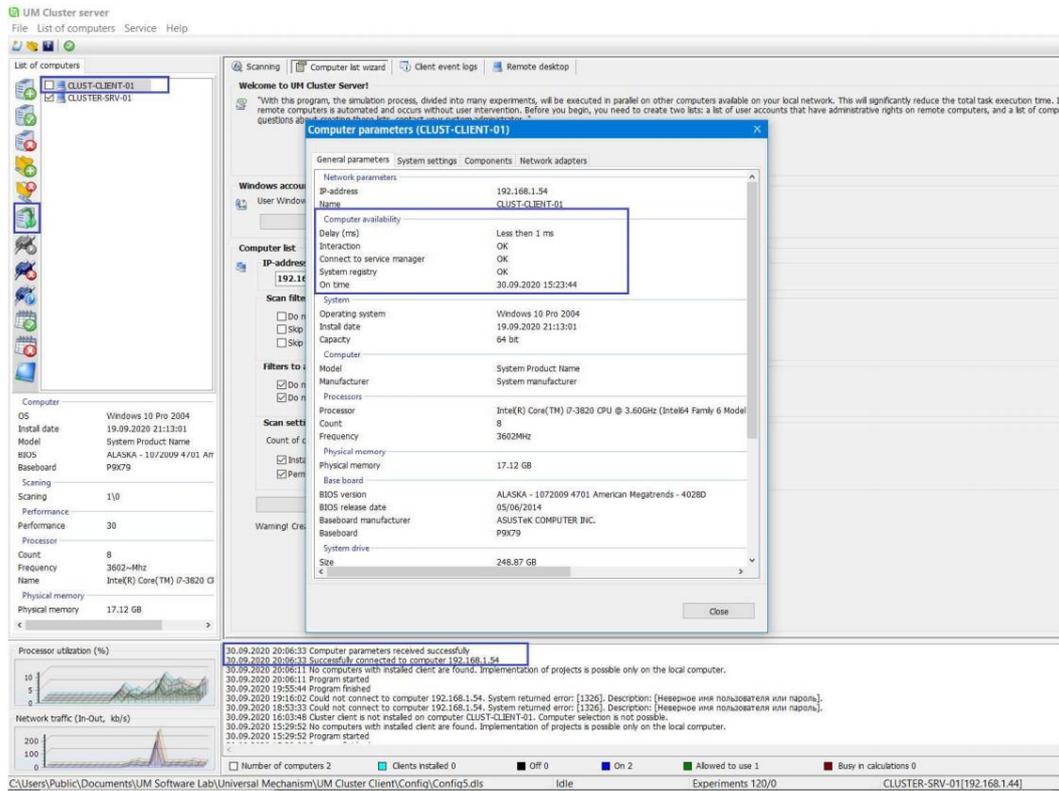


图 2.8 获取计算机参数

### 2.3.5 添加第三个计算机到客户端计算机列表

下面我们再添加一台客户端计算机到集群。本例的 IP 是 192.168.1.38。请读者输入自己局域网的一台可用计算机的 IP 地址。

请按上一节的步骤执行：

- 添加计算机
- 输入 IP 地址
- 输入用户名和密码
- 获取计算机参数

至此，我们的列表中就有了三台计算机。

### 2.3.6 远程强制安装客户端程序

前面我们已经按照规定步骤添加了三台客户端计算机，一般情况是可以直接用于并行计算。然而有时候会出现问题，特别是经过一段时间，我们不清楚那些计算机的客户端程序或相关设置有没有被更改。因此为保险起见，最好从服务器统一执行一次远程强制安装客户端程序的操作。

1. 在 **UM Cluster Server** 界面，全选列表中的计算机 (Ctrl+A)；
2. 点右键，选择菜单 **Install client programs to computer**。

这样集群服务器就会在所有客户端计算机（本机除外）上重新安装客户端程序，以覆盖以前的版本。

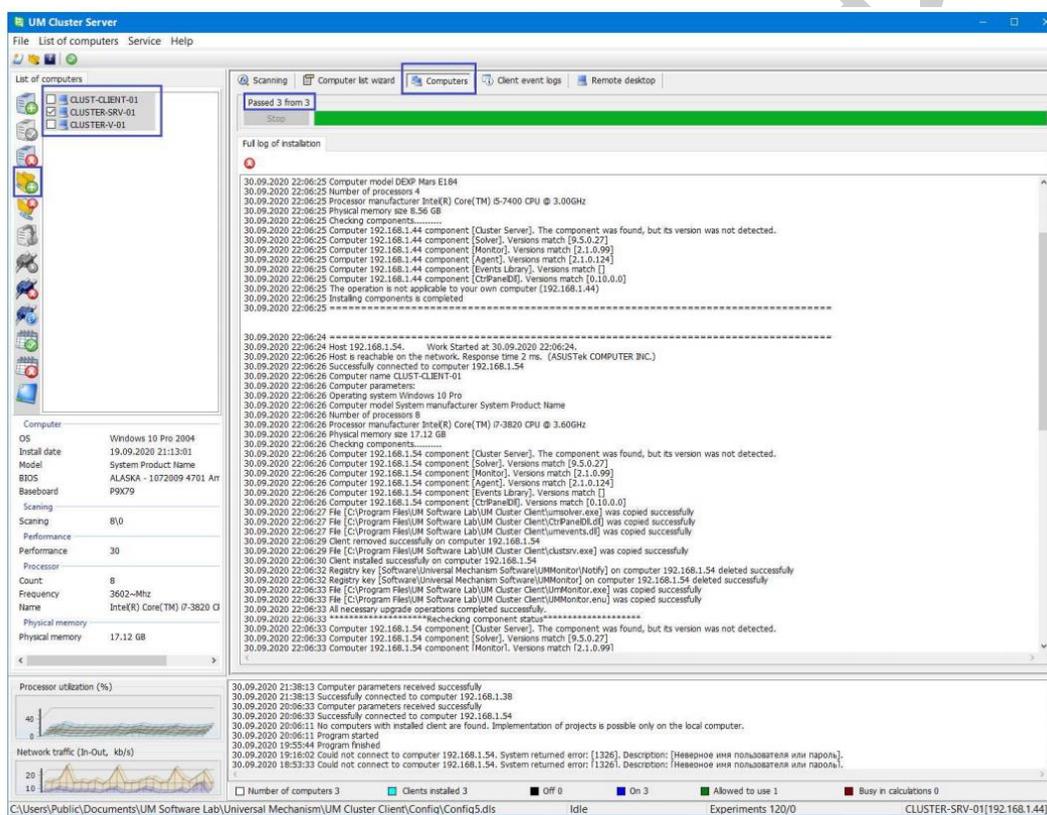


图 2.9 远程安装客户端程序

安装过程很快就能完成，如果有报错，会在日志窗口显示。

## 2.4 准备运行并行计算模型

经过前面的一系列操作，我们就建立了一个包含三个客户端计算机的集群列表，可以用于分布式并行计算。

有关 **UM Cluster** 模块更详细的介绍，请参阅用户手册第 23 章。这里，我们着重强调以下几点：

- 在服务器和客户端可配置硬件资源，缺省的设置是针对小型项目的，服务器本身也参与计算。然而，随着集群中客户端计算机数量的增加，服务器需要更多的资源去管理计算过程，用于计算的能力就会减弱。因此，如果客户端超过 10 个，我们就建议取消选择 **Allow this computer to be used as a cluster client**（菜单 **Service| Settings**），如图 2.10。
- 无论是独立安装，还是远程安装客户端程序，缺省设置都是所有的 CPU 都用于分布式并行计算。如果计算机还要进行其他程序的工作，那最好手动分配硬件资源。
- 当客户端程序安装后，集群的所有组件（包括服务器、监视器和代理）等的操作日志都自动创建，既可以通过 Windows 系统查看，也可以在服务器程序查看。
- 集群服务器可以在开始执行并行计算时远程唤醒客户端计算机，并在计算完成后关闭它。一般来说，在用户的操作系统，远程开关计算机是禁用状态。若要在客户端计算机使用该功能，必须提前设置好。

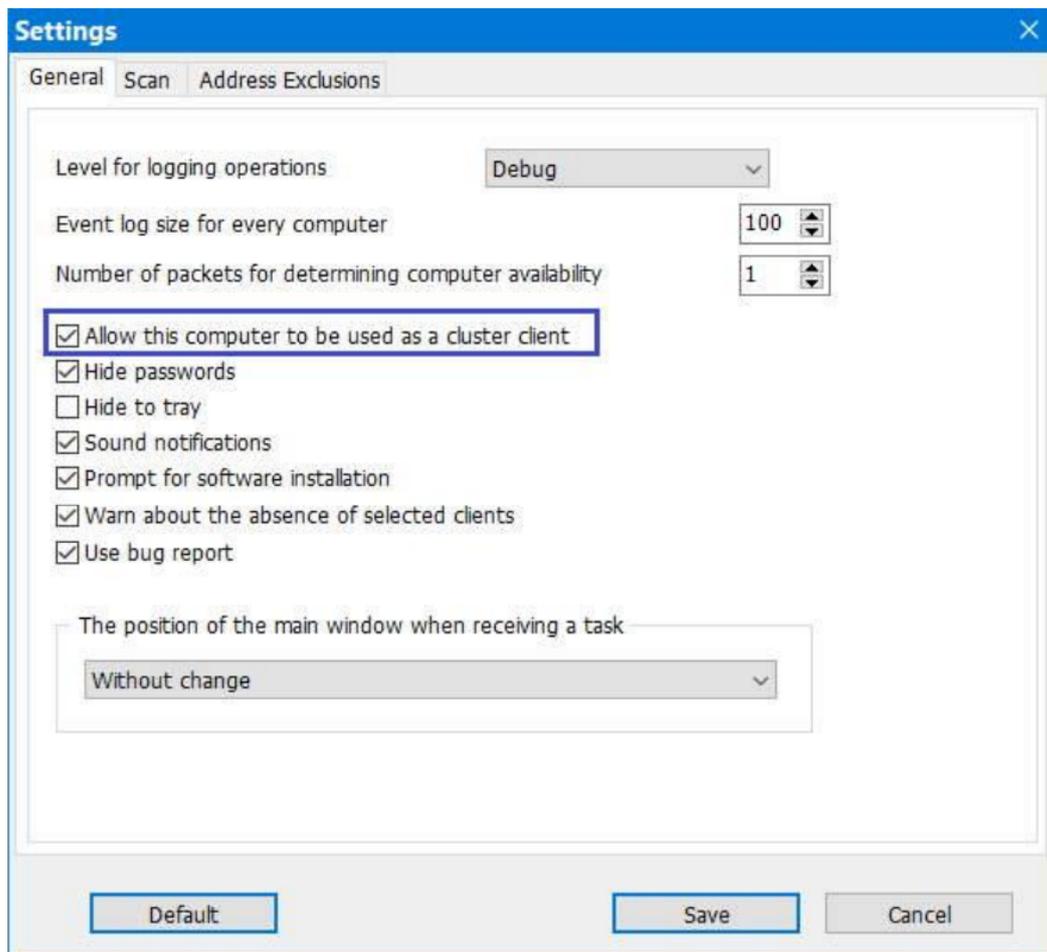


图 2.10 设置集群服务器也参与计算

现在，我们来设置客户端的计算机使用一半的硬件资源参与计算。

- 从客户端计算机打开 **UM Monitor**（开机时一般最小化在右侧隐藏的图标）
- 转到 **Schedule** 页面
- 从 **Templates** 下拉菜单，选择 **Allow half number of processors**，如图 2.11 所示。

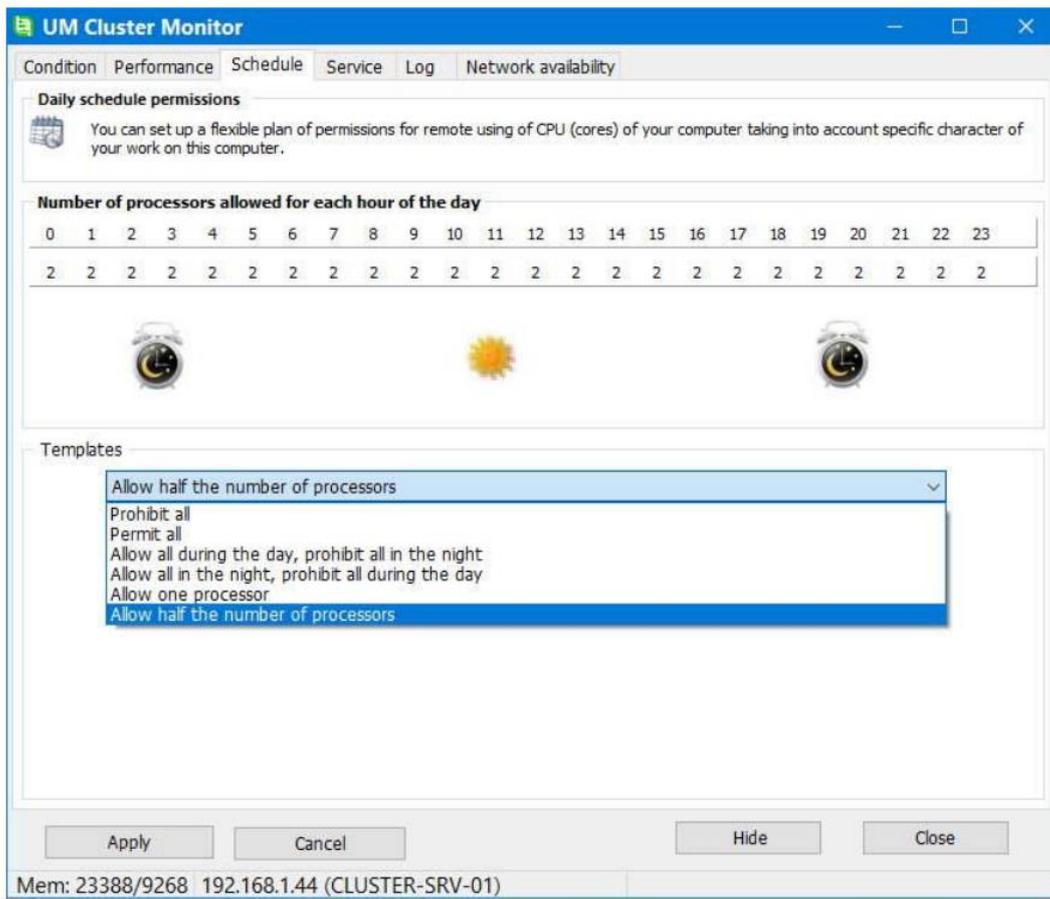


图 2.11 配置客户端硬件资源

## 2.5 运行并行计算

运行 **UM Simulation** 仿真程序，从 **Scanning** 加载一个批处理项目，勾选 **Distributed Calculation**，点击 **Run**，这时 **UM Cluster** 开始执行并行计算。

其中一台关机状态的计算机也会自动开即运行，因为我们提前设置了远程权限和相关选项 **Wake up computer to perform calculations**。

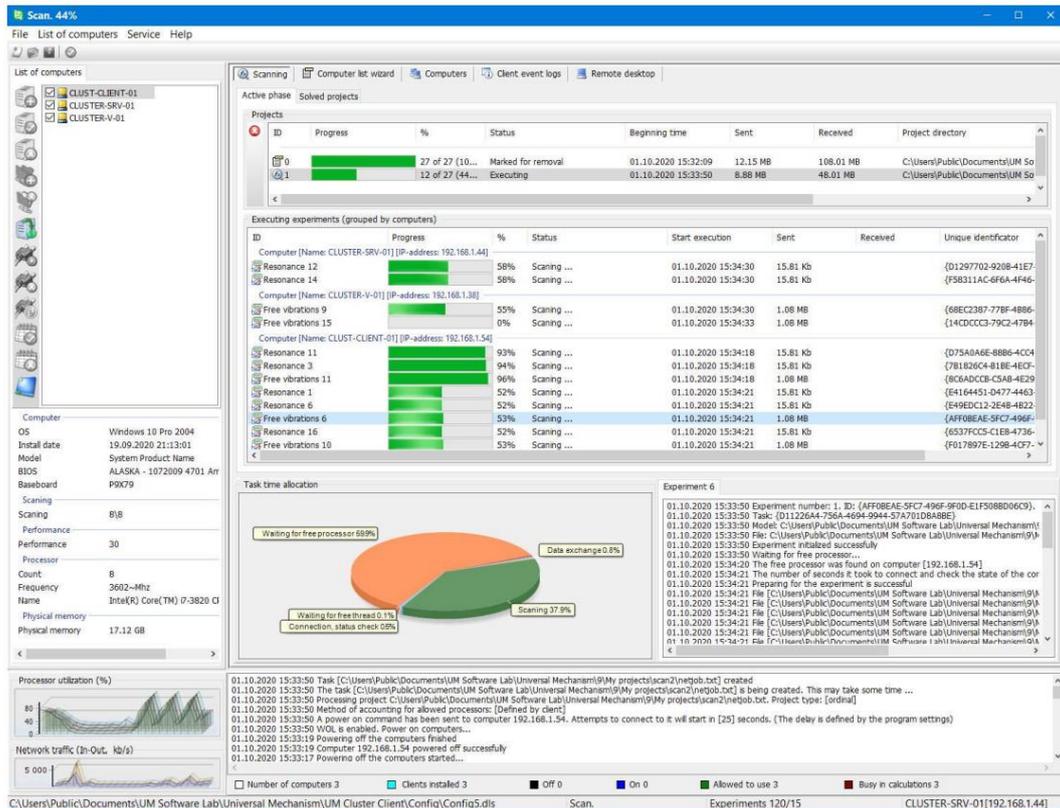


图 2.12 分布式并行计算过程

