



清华大学
Tsinghua University

课题报告

应用BIM和离散傅里叶变换的 建筑监测数据智能分析和展示

报告人：彭 阳



- 1 课题介绍**
- 2 技术和方法**
- 3 系统设计**
- 4 实例应用**



1 课题介绍

2 技术和方法

3 系统设计

4 实例应用

问题描述

- 监测数据存在长期的周期规律
- 短程以天为单位、长程例如周和月
- 在小范围内无规律：楼中用户的非规律性行为导致一小段时间内的数据有较大的波动
- 需要一种方法分析长程规律和短程无规律的数据
- 以找到起主导因素的规律
- 若能在智能分析的基础上，进一步提供BIM监测数据的交互展示功能，则具有工程应用价值

解决方案

- 监测数据的来源为基于BIM的运维管理平台
- 监测数据是离散变量
- 存在短时间内的随机波动（高频率、低振幅的噪声）
- 因此适用离散傅里叶变换

- 大量用到虚数运算、矩阵表示、数据可视化
- MATLAB是合适的工具
- 有限区间的离散傅里叶级数DFS



1 课题介绍

2 技术和方法

3 系统设计

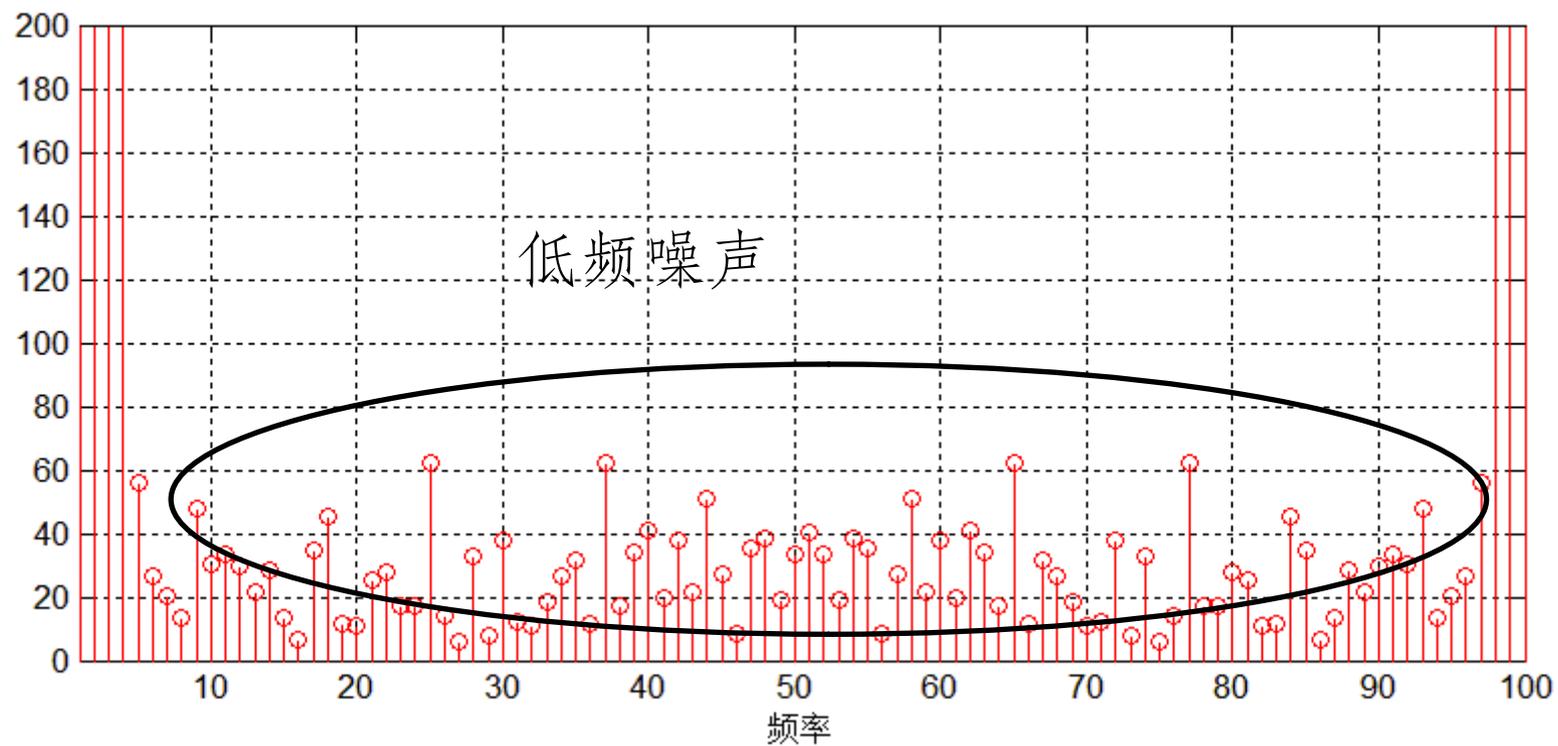
4 实例应用

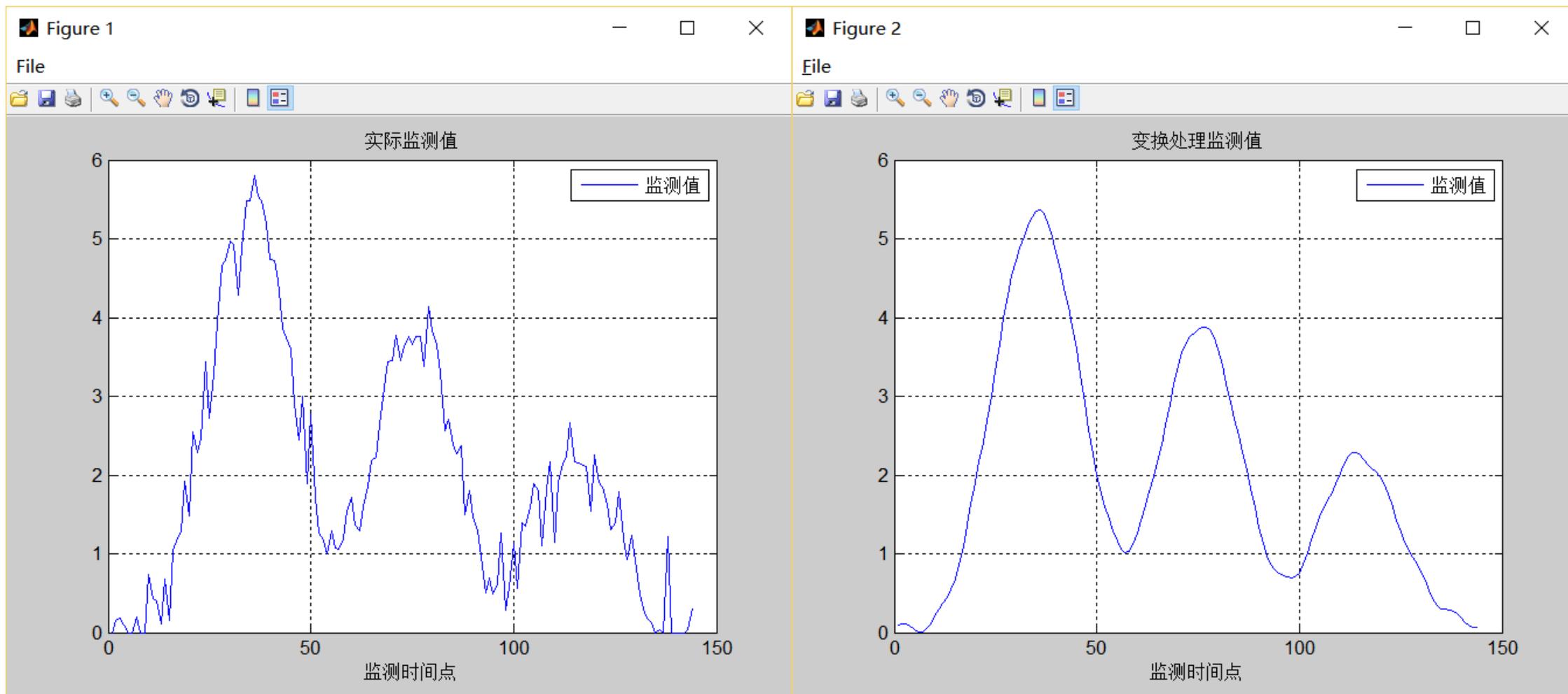
应用离散傅里叶变换的数据处理

$$\tilde{X}(k) = DFS[\tilde{x}(n)] = \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{x}(n) e^{-j\frac{2\pi}{N}nk} = \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{x}(n) W_N^{nk}$$

$$\tilde{x}(n) = IDFS[\tilde{X}(k)] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \tilde{X}(k) e^{j\frac{2\pi}{N}nk} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \tilde{X}(k) W_N^{-nk}$$

- 1、监测数据序列经过DFS（傅里叶正变换），得到频率
- 2、过滤低频的噪音
- 3、经过IDFS（逆变换），得到处理后的序列



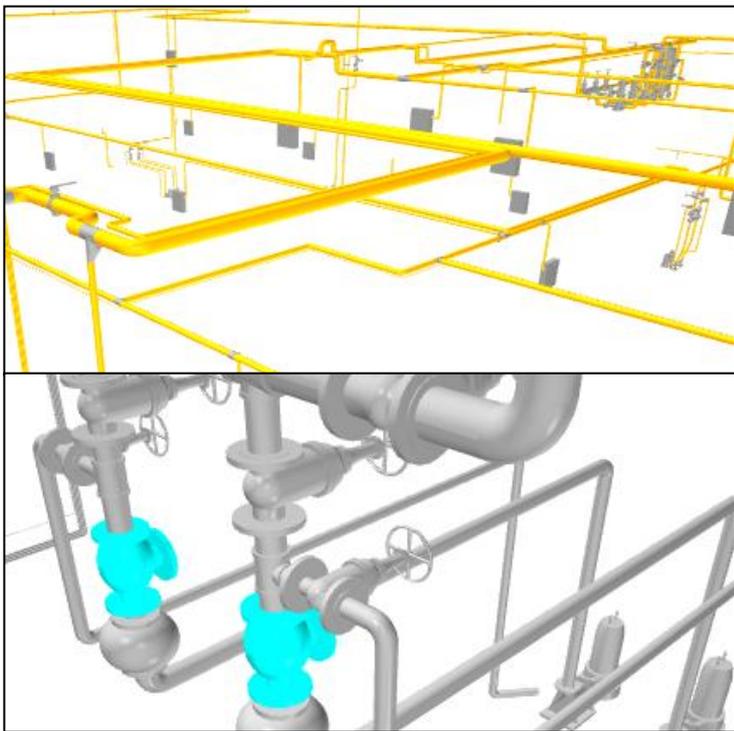


基于BIM和MATLAB的监测数据可视化

- BIMStar：课题组开发的基于BIM的运维管理平台
- 监测数据与BIM集成
- 调用后台数据库接口，实现图形平台的显示
- 在用户界面调用MATLAB的功能

- MATLAB：使用自带的图形窗口进行显示
- 可以使用MATLAB的内置的功能

运维期的应用



- 分析结果返回BIM
- 以多种方式呈现给用户
- 进一步了解监测数据的情况
- 查询和定位方便
- 辅助建筑的运营维护决策等



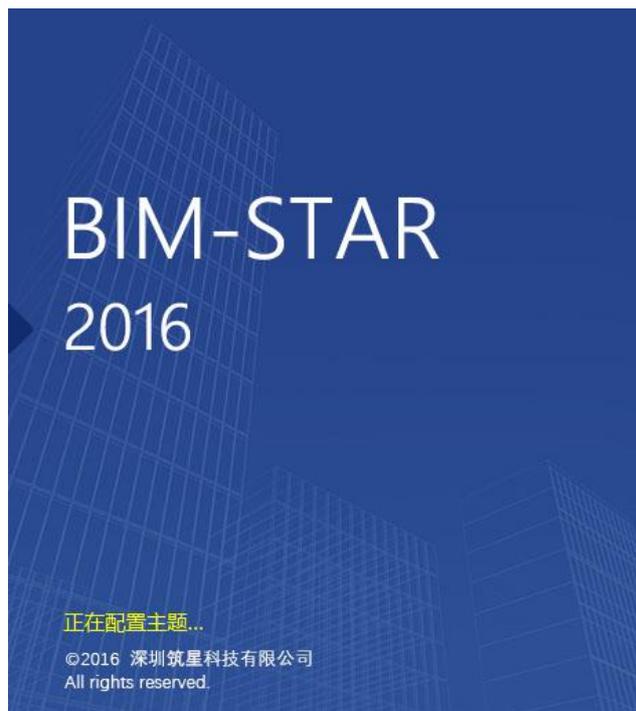
1 课题介绍

2 技术和方法

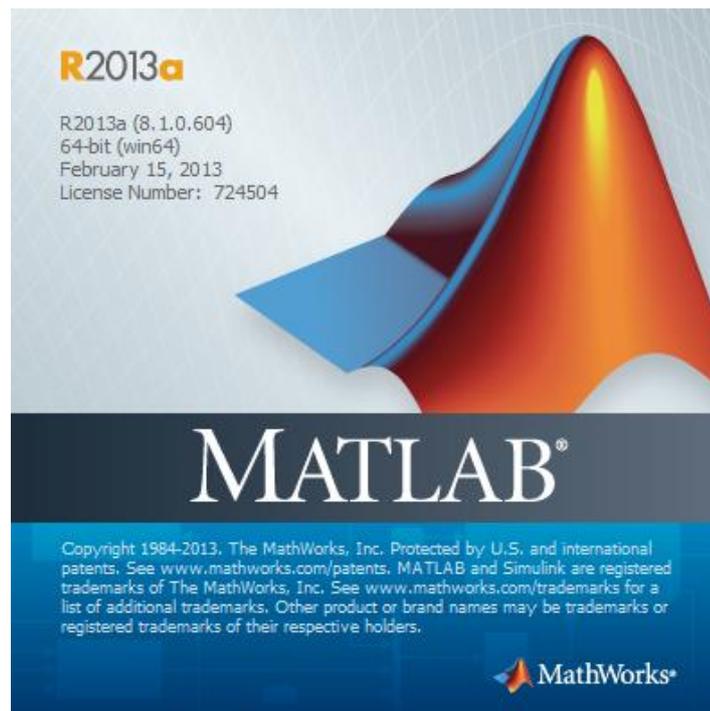
3 系统设计

4 实例应用

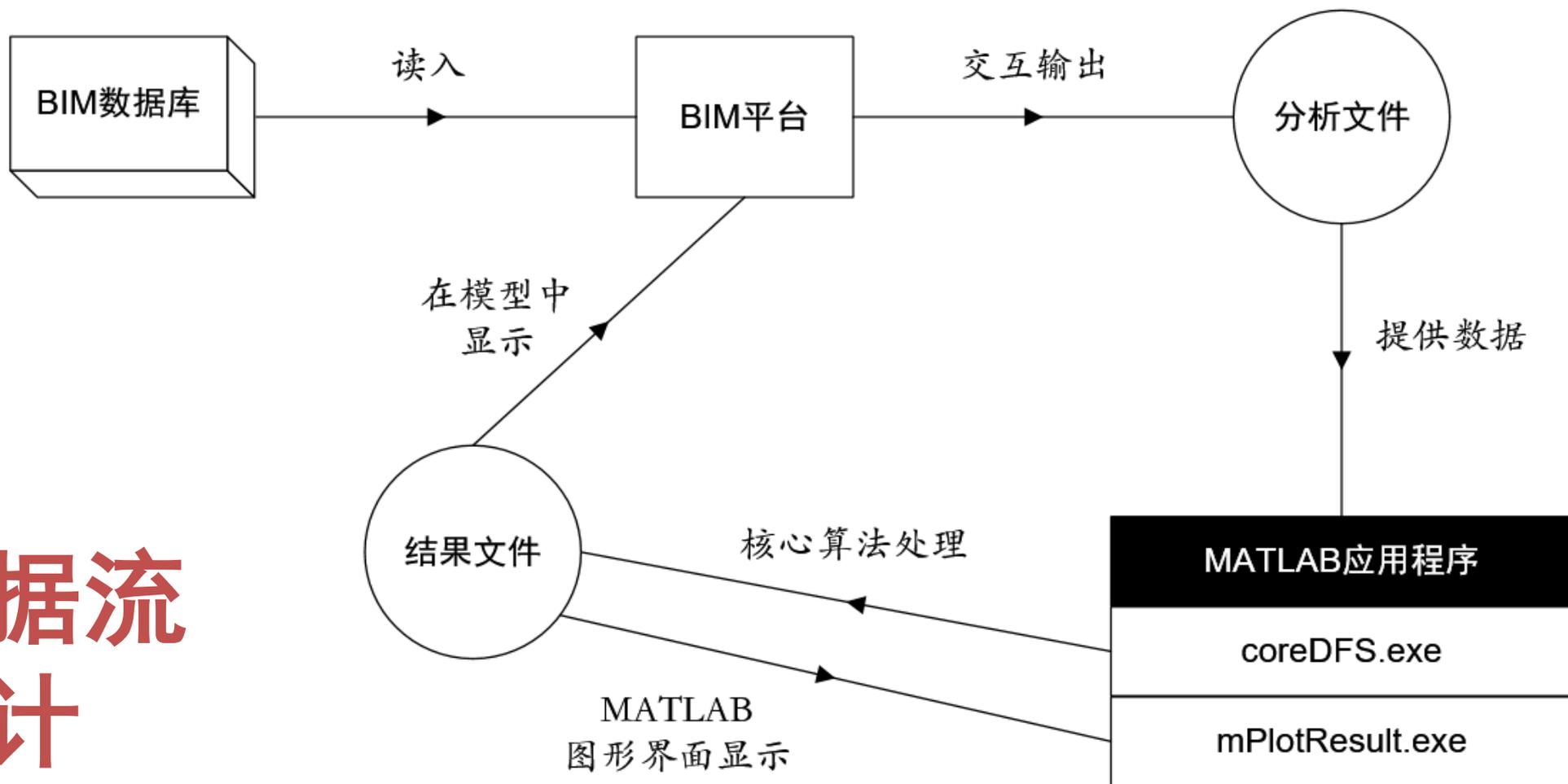
系统设计



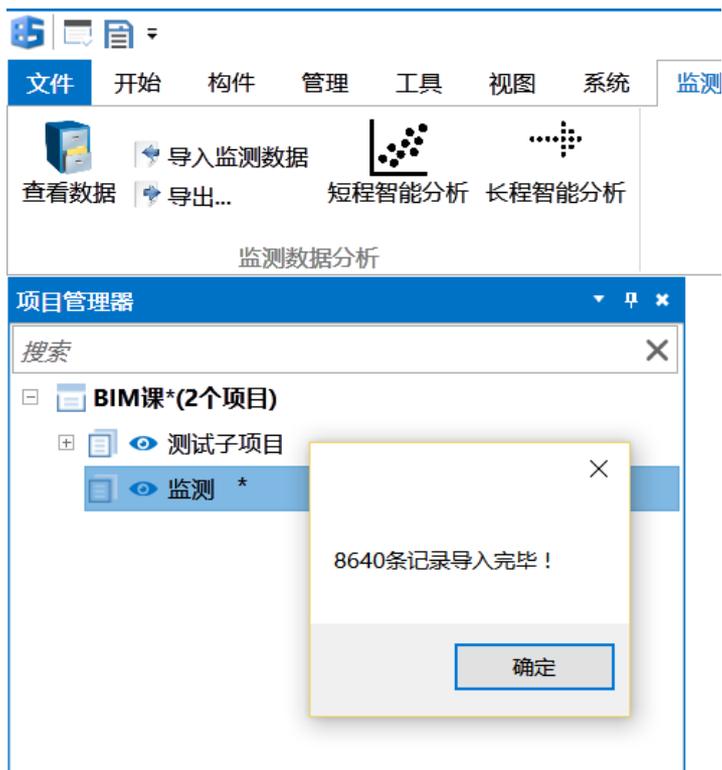
- 采用MATLAB与BIMStar的混合编程
- BIMStar全新界面，全新开发框架，带给您非一般的编程体验



数据流设计



实现的功能



- 导入数据
- 关联模型构件
- 以监测数据的聚合汇总，并且关联至不同层次的构件组，实现空间多尺度管理

实现的功能

查看监测数据

选择查看时间： 2016/4/19 提交

监测数据

时间	构件Id	监测数据值
4/19/2016 12:00:00 AM	19	0
4/19/2016 12:00:00 AM	28	0
4/19/2016 12:10:00 AM	19	3.9754109
4/19/2016 12:10:00 AM	28	0
4/19/2016 12:20:00 AM	19	2.3419946
4/19/2016 12:20:00 AM	28	0
4/19/2016 12:30:00 AM	19	10.052145
4/19/2016 12:30:00 AM	28	0
4/19/2016 12:40:00 AM	19	0.2620144
4/19/2016 12:40:00 AM	28	0
4/19/2016 12:50:00 AM	19	6.143885
4/19/2016 12:50:00 AM	28	0.086427413
4/19/2016 1:00:00 AM	19	3.1914595
4/19/2016 1:00:00 AM	28	0.070255134
4/19/2016 1:10:00 AM	19	1.7018747
4/19/2016 1:10:00 AM	28	0.16672598
4/19/2016 1:20:00 AM	19	5.4955526
4/19/2016 1:20:00 AM	28	0.0782253
4/19/2016 1:30:00 AM	19	0.38138452
4/19/2016 1:30:00 AM	28	0
4/19/2016 1:40:00 AM	19	2.8230924
4/19/2016 1:40:00 AM	28	0.22300722

确定 取消

➤ 原始数据查询

➤ 随时以交互界面查看BIM数据库

实现的功能

- 短程智能分析
- 分析的元素：天
- 细度：时、分、秒
- 实现时间多尺度管理

时间	原始数据	变换后结果
00:00:00	7.8495302	6.7837222
00:10:00	3.1790712	6.545858
00:20:00	9.5153205	6.2678499
00:30:00	6.2477664	5.9590137
00:40:00	7.2937207	5.6317448
00:50:00	0.7713791	5.3015817
01:00:00	6.1174509	4.9871716
01:10:00	6.9189143	4.7101282

【短程数据摘要】

变换后日平均： 24.65935767638889

变换后日最大值： 74.794753

实现的功能

- 长程智能分析
- 分析的元素：长时间跨度
- 细度：天
- 实现**时间多尺度**管理

The screenshot shows a software window titled "长程分析" (Long-term Analysis). It features a dropdown menu for "监测组" (Monitoring Group) set to "28". Below this are two buttons: "智能分析..." (Smart Analysis...) and "Matlab结果展示" (Matlab Results Display). A date selection field shows "2016/4/12" with a calendar icon. A "查看构件详细..." (View Component Details...) button is also present. The interface displays two rows of data: "单日平均监测值" (Daily Average Monitoring Value) as 2.4452983829374992 and "单日最大监测值" (Daily Maximum Monitoring Value) as 6.4972919. A "显示 >>" (Show >>) button is located below the data. At the bottom, a section titled "【长程数据摘要】" (Long-term Data Summary) shows "变换后长程总均值" (Transformed Long-term Total Mean Value) as 1.7573395661521218 and "变换后长程最大值" (Transformed Long-term Maximum Value) as 7.2952471.

监测组：	28
智能分析...	Matlab结果展示
选择日期：	2016/4/12
查看构件详细...	
单日平均监测值	2.4452983829374992
单日最大监测值	6.4972919
显示 >>	
【长程数据摘要】	
变换后长程总均值：	1.7573395661521218
变换后长程最大值：	7.2952471



1 课题介绍

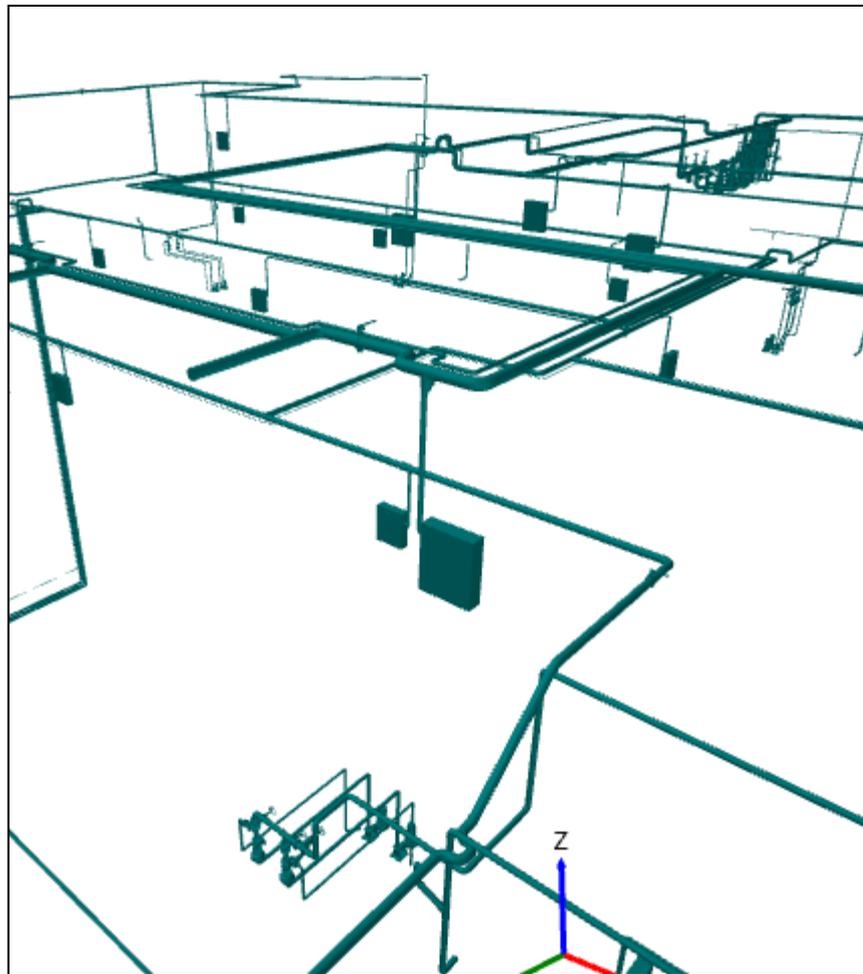
2 技术和方法

3 系统设计

4 实例应用

概况

- 广州地铁某车站
- BIM运维：供水模型
- 2016年4月监测数据
- 总计8万多条



启动和导入

打开项目 新建项目 关闭项目 保存项目

项目

加载子项目 新建子项目 卸载子项目 保存子项目

子项目

导入模型

定位选中节点 仅显示选中节点 隐藏选中节点 显示全部节点

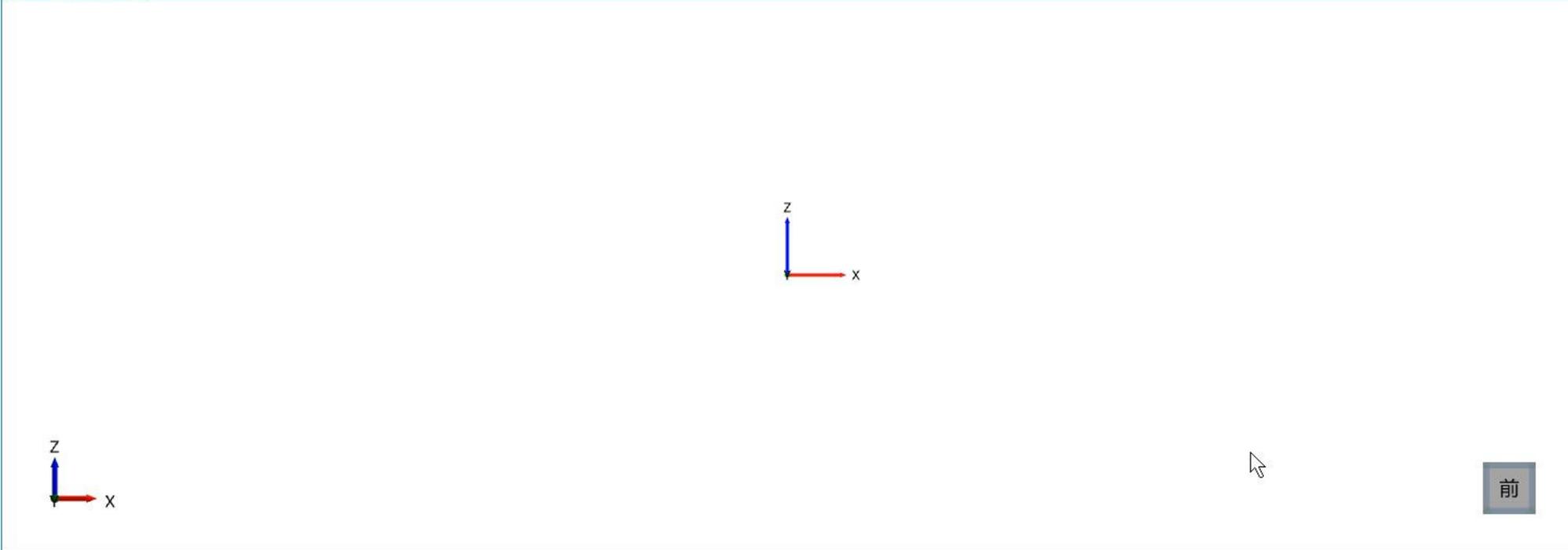
模型 节点

全景显示 视图方向 开始漫游

漫游速度 5.0 m/s

三维视图

UMO图形平台 *



属性管理器

A-Z

前

准备 开始

模型数量 : 0 三角形数量 : 0 FPS : 60

输出

2016/05/26 02:40:35 【通知】 - 登录模块 安装成功！

2016/05/26 02:40:35 【通知】 - 输出窗口 安装成功！

2016/05/26 02:40:35 【通知】 - 图形平台 安装成功！

2016/05/26 02:40:35 【通知】 - 加载完毕，总共加载了3个插件！

2016/05/26 02:40:36 【通知】 - SplashScreen成功关闭！

2016/05/26 02:40:36 【通知】 - 用户Administrator正在登录...

2016/05/26 02:40:37 【通知】 - 用户登录成功！

2016/05/26 02:40:38 【调试】 - Mant Module中的数据已是最新版本！

原始数据查询

查看数据 导入监测数据 导出... 短程智能分析 长程智能分析

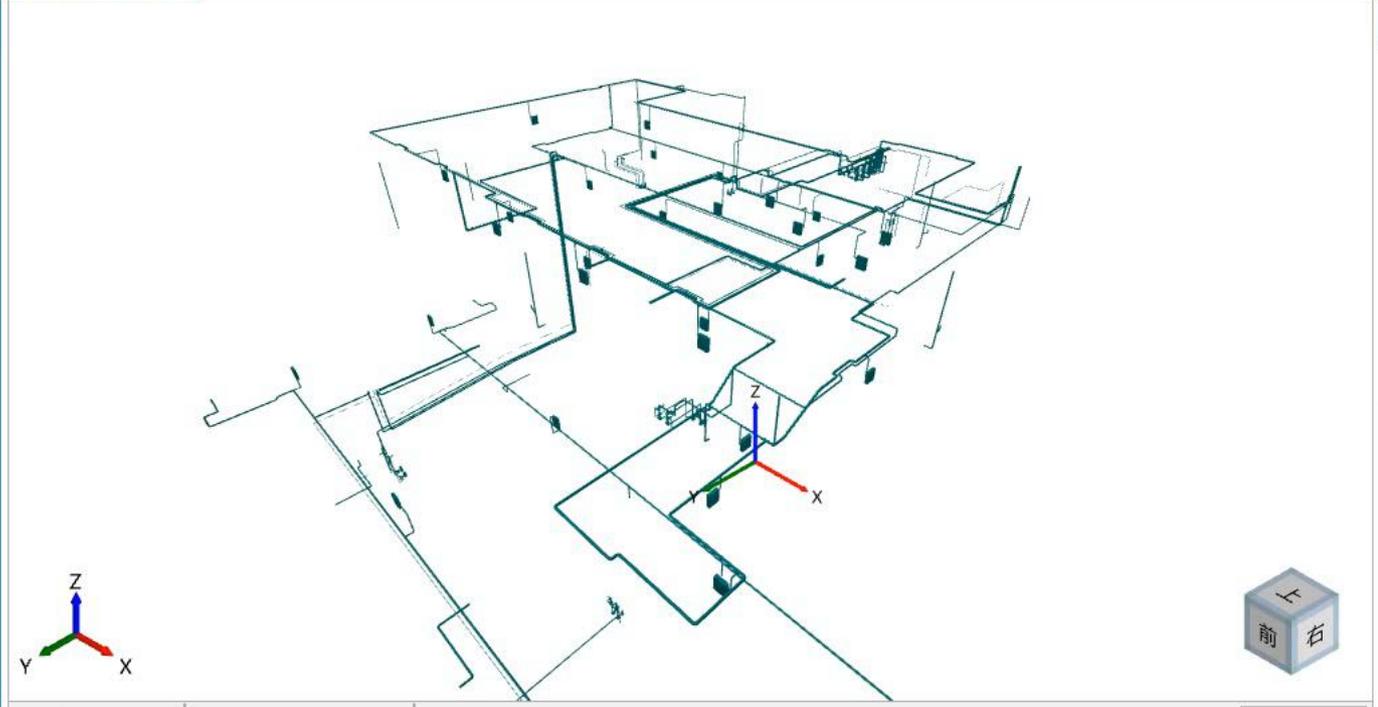
监测数据分析

项目管理器

搜索

- BIM课(2个项目)
 - 测试子项目 (未加载)
 - 监测

UMO图形平台



模型数量 : 1673 三角形数量 : 514882 FPS : 60

准备 开始

输出

```
describeParameterEncryptionRequest)
在 System.Data.SqlClient.SqlCommand.RunExecuteReader(CommandBehavior cmdBehavior, RunBehavior runBehavior,
Boolean returnStream, String method, TaskCompletionSource`1 completion, Int32 timeout, Task& task, Boolean asyncWrite)
在 System.Data.SqlClient.SqlCommand.RunExecuteReader(CommandBehavior cmdBehavior, RunBehavior runBehavior,
Boolean returnStream, String method)
在 System.Data.SqlClient.SqlCommand.ExecuteReader(CommandBehavior behavior, String method)
在 Microsoft.Synchronization.Data.RelationalSyncProvider.EnumerateChangesInBatchesInternal(Object batchProducer)
```

属性管理器

A-Z

基本

节点名称	监测
创建人	Administrator
创建日期	2016/5/23 17:03
修改人	Administrator
修改日期	2016/5/25 21:59
Ifc类型	子项目
项目描述	

短程智能分析

文件 开始 构件 管理 工具 视图 系统

监测分析

查看数据 导入监测数据 导出... 短程智能分析 长程智能分析

监测数据分析

项目管理器

搜索

- BIM课(2个项目)
 - 测试子项目 (未加载)
 - 监测

UMO图形平台

模型数量 : 1673 | 三角形数量 : 514882 | FPS : 54

准备 开始

属性管理器

A-Z

基本

节点名称	监测
创建人	Administrator
创建日期	2016/5/23 17:03
修改人	Administrator
修改日期	2016/5/25 21:59
Ifc类型	子项目
项目描述	

输出

```
describeParameterEncryptionRequest)
在 System.Data.SqlClient.SqlCommand.RunExecuteReader(CommandBehavior cmdBehavior, RunBehavior runBehavior,
Boolean returnStream, String method, TaskCompletionSource`1 completion, Int32 timeout, Task& task, Boolean asyncWrite)
在 System.Data.SqlClient.SqlCommand.RunExecuteReader(CommandBehavior cmdBehavior, RunBehavior runBehavior,
Boolean returnStream, String method)
在 System.Data.SqlClient.SqlCommand.ExecuteReader(CommandBehavior behavior, String method)
在 Microsoft.Synchronization.Data.RelationalSyncProvider.EnumerateChangesInBatchesInternal(Object batchProducer)
```

长程智能分析

查看数据 导入监测数据 导出... 短程智能分析 长程智能分析

监测数据分析

项目管理器

搜索

- BIM课(2个项目)
 - 测试子项目 (未加载)
 - 监测

UMO图形平台

模型数量 : 1673 | 三角形数量 : 514882 | FPS : 63

准备 开始

属性管理器

A-Z

基本

节点名称	监测
创建人	Administrator
创建日期	2016/5/23 17:03
修改人	Administrator
修改日期	2016/5/25 21:59
Ifc类型	子项目
项目描述	

输出

```

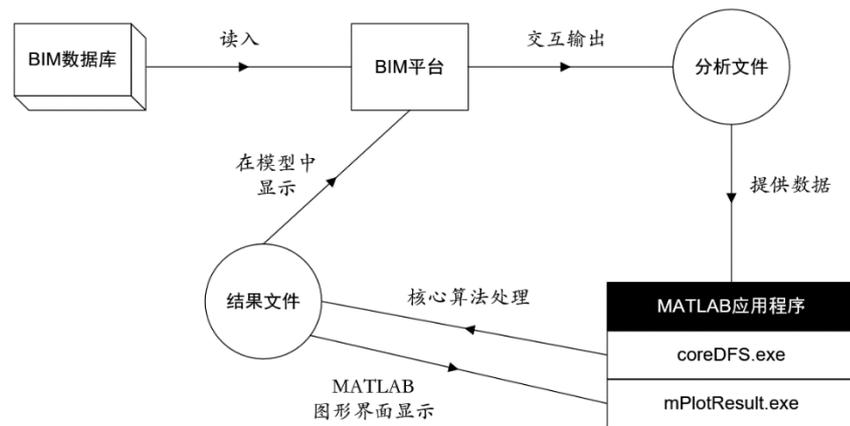
在 Umo3D.Model3DRenderer.DxModel3DRenderer.DrawRegion(SpriteKoot regionKoot, SpriteNode camNode, Boolean useHizMap)
在 Umo3D.Model3DRenderer.DxModel3DRenderer.OnUpdateFrame(SpriteNode camNode)
在 Umo3D.DxRenderer.RenderFrame(FrameInfo preFrameInfo)
在 Umo3D.Engine.Render()
在 Umo3D.Engine.RenderOneFrame(Single maxFps)
在 Umo3D.WinForms.RenderControl.<Run>b_14_0()
  
```



总结和讨论

- 1、以MATLAB为计算内核，进行了离散傅里叶分析
- 2、实现了基于BIM的监测数据可视化
- 3、BIMStar的定制开发为建筑运维管理提供了应用平台

总结和讨论



- 结合.NET和MATLAB的应用程序开发：优势互补
- .NET：编程灵活、简便，界面表现力强
- MATLAB：数学函数丰富、虚数和矩阵运算等过程已进行了针对性的优化
- CAE软件的跨平台：很有用，不完善，有些较困难
- 探索了【exe程序+文件数据流】的混合编程方法

谢谢