



模糊控制算法——C语言版本

此工程为C语言版本的模糊控制算法，我将在这里提供模糊控制算法的核心及相关的示例项目。

- 模糊控制算法——C语言版本
 - 1. 工程框架
 - 1.1 数据结构
 - 1.1.1 模板式单向链表
 - 谓词和事件回调函数指针
 - 默认谓词和回调函数
 - 链表操作API
 - 链表节点操作API
 - 参数获取API
 - 1.1.2 模糊运算
 - 1.2 算法核心框架
 - 1.2.1 模糊输入
 - 1.2.2 模糊输出
 - 1.2.3 模糊推理
 - 1.2.4 模糊控制器
 - 1.3 算法外围框架
 - 1.3.1 输入数据模糊化
 - 1.3.2 输出数据清晰化

1. 工程框架

1.1 数据结构

1.1.1 模板式单向链表

模板式单向链表能够存放各种类型的数据，在实际结构中使用 `void* data` 指针进行管理。

```
struct list
{
    void *data;
    struct list *next;
};
```

由于 `list.data` 是 `void*` 类型，没办法在指针库中对数据进行更多的操作，因此需要使用时传入谓词或事件回调函数等对数据进行操作。

库中链表的操作函数如下：

谓词和事件回调函数指针

名称	参数	返回值	描述
list_pred	list_node,void*	bool	谓词，通常用于确定是否是指定节点，
list_node_data_construct_cb	void*	bool	节点参数构造函数
list_node_data_deconstruct_cb	void*	bool	节点参数析构函数
list_event_cb	list_node,void*	bool	事件回调函数，可用于操作节点参数

默认谓词和回调函数

名称	参数	返回值	描述
list_pred_true	list_node,void*	bool	默认真谓词
list_pred_false	list_node,void*	bool	默认假谓词

链表操作API

名称	参数	返回值	描述
list_create	-	list_head	创建链表句柄（头节点）
list_clear	list_head,list_node_data_deconstruct_cb	bool	清空链表中的节点
list_delete	list_head,list_node_data_deconstruct_cb	bool	删除链表（包括链表中的节点和
list_length	list_head	list_index	获取链表长度（链表中的节点数

链表节点操作API

名称	参数	返回值	
list_node_is_on_list	list_head,list_node	bool	判断
list_find_prev_node	list_head,list_node	list_node	查找
list_find_next_node	list_head,list_node	list_node	查找
list_push	list_head,void*,size_t	bool	向链
list_pop	list_head	bool	将链
list_find_if	list_head,void*,list_pred	list_node	在链
list_push_if	list_head,void*,size_t,list_pred,list_node_data_construct_cb	bool	向链
list_pop_if	list_head,void*,list_pred,list_node_data_deconstruct_cb	bool	将链
list_remove_if	list_head,void*,list_pred,list_node_data_deconstruct_cb	bool	移除
list_swap_if	list_head,void*,void*,list_pred,list_pred	bool	交换
list_trav	list_head,void*,list_event_cb	bool	遍历

参数获取API

名称	参数	返回值	描述
list_get_first_node	list_head	list_node	获取链表中的第一个节点， 如果链表是
list_get_last_node	list_head	list_node	获取链表中的最后一个节点， 如果链表
list_get_node_data	list_head,list_index	void*	获取指定索引处节点的数据
list_get_node_data_if	list_head,void*,list_pred	void*	获取满足谓词描述的节点的数据

1.1.2 模糊运算

模糊运算是进行模糊推理的基础， 在这里， 仅讨论对模糊矩阵的运算。

为了实现模糊矩阵运算， 首先得有一个表示模糊矩阵的数据类型：

```
/**
 * @brief Fuzzy matrix
 *
 * @memberof mat matrix
 * @memberof row matrix rows
 * @memberof col matrix columns
 */
struct fuzzy_matrix
{
    fuzzy_number** mat;
    fuzzy_size row;
    fuzzy_size col;
};
```

该数据类型使用二维指针对模糊矩阵进行管理，因此涉及到了动态内存分配，这是很危险的，所以我们需要将危险放在模块中，尽量避免使用者造成内存泄漏，我创建了以下几个函数，用于管理模糊矩阵。

名称	参数	返回值	
fuzzy_matrix_init	struct fuzzy_matrix*	bool	初始化模糊矩阵
fuzzy_matrix_create	struct fuzzy_matrix*,fuzzy_size,fuzzy_size	bool	创建指定行数和列数的模糊矩阵
fuzzy_matrix_reshape	struct fuzzy_matrix*,fuzzy_size,fuzzy_size	bool	使用 <code>realloc</code> 重新分配内存
fuzzy_matrix_reshape_s	struct fuzzy_matrix*,fuzzy_size,fuzzy_size	bool	更加安全的 <code>realloc</code>
fuzzy_matrix_clear	struct fuzzy_matrix*	bool	将矩阵中的每个元素置为0
fuzzy_matrix_pay_tribute	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	纳贡函数，皇朝向藩属国进贡
fuzzy_matrix_rob	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	抢夺函数，国与国之间抢夺
fuzzy_matrix_delete	struct fuzzy_matrix*	bool	销毁创建的矩阵
fuzzy_matrix_copy	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	将源模糊矩阵复制到目标矩阵
fuzzy_matrix_copy_just_elem	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*,fuzzy_size,fuzzy_size	bool	仅赋值对应位置的元素

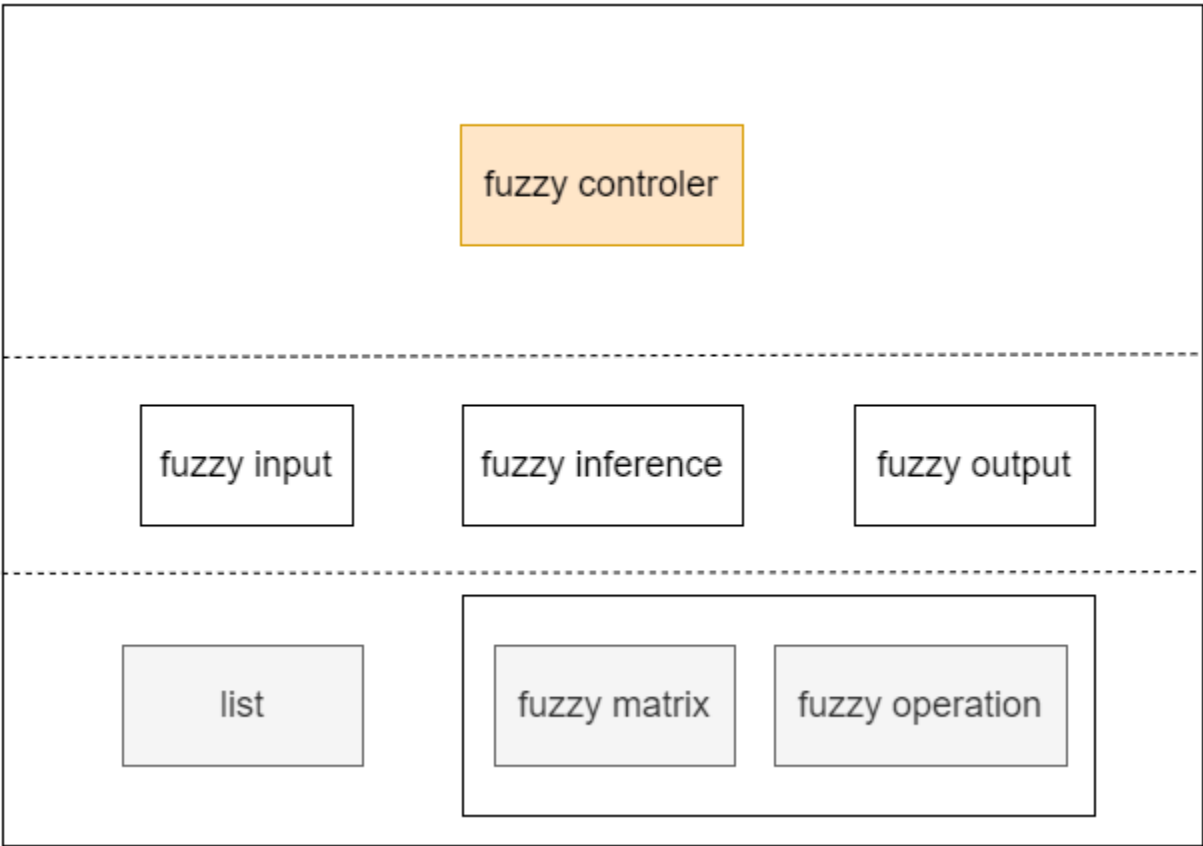
名称	参数	返回值	
fuzzy_matrix_horzcat	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	对两个矩阵进行 dst
fuzzy_matrix_vertcat	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	对两个矩阵进行 dst
fuzzy_matrix_repmat	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*,fuzzy_size,fuzzy_size	bool	将矩阵堆叠，
fuzzy_matrix_trav	struct fuzzy_matrix*,void*,fuzzy_opera_event_cb	bool	遍历矩阵，并
fuzzy_matrix_print	struct fuzzy_matrix*,const char*	-	打印出矩阵中

除了这些对模糊矩阵内存的操作以外，还需要对模糊矩阵进行运算。

名称	参数	返回值	
fuzzy_opera_trans	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	模糊矩阵转置，如果以自己为模板或者没有 matT
fuzzy_opera_dir_pro	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	求模糊矩阵的直积。相比于 fuzzy_opera_d
fuzzy_opera_dir_pro_s	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	求模糊矩阵的直积。注意，如果直积失败，
fuzzy_opera	struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*,struct fuzzy_matrix*	bool	实现矩阵的模糊运算，如果模糊运算失败，

1.2 算法核心框架

算法核心框架图如下：



核心需要使用链表和一些基本的模糊矩阵及其运算，在它们的基础之上，搭建起模糊控制器的输入输出和推理，之后整合三者成为模糊控制器。

1.2.1 模糊输入

1.2.2 模糊输出

1.2.3 模糊推理

1.2.4 模糊控制器

1.3 算法外围框架

算法外围框架图如下：

算法外围框架.png

1.3.1 输入数据模糊化

1.3.2 输出数据清晰化