小组体系结构方案设计

目录

一：组员情况

全组共 9 人，具体人员情况如下：
PM：钟晓诚（091250232）
组员：靳峥（091250069），鞠元（091250070），李东煦（091250072），娄鹏呈（091250094），陆昊君（091250097），陆君之（091250099 ），陆星恒（091250102），陆怡平（091250103），周率（091250236）
大组内又分为 4 小组，具体的小组及人员分配情况如下：
小组一：
PM：李东煦（091250072）
组员：靳峥（091250069），娄鹏呈（091250094）
小组二：
PM：陆昊君（091250097）
组员：陆君之（091250099 ）
小组三：
PM：陆星恒（091250102）
组员：陆怡平（091250103）
小组四：
PM：钟晓诚（091250232）
组员：鞠元（091250070），周率（091250236）

二：关注点

以列表方式展现本搜索引擎体系结构的关注点，包括功能需求、质量以及项目环境等因素，见下表所示：

关注点	类型	描述	灵活性
网页爬取	功能需求	实现对网页的采集工作，用于站点资源的监视和资料库的更新	采集过程中，可以构造适当的启发策略，来指导机器人的路径选择和采集范围，减少文档采集的盲目性
内容处理	功能需求	对收集到的内容进行处理，提取特征元素	灵活性不大，要提取的特征元素可能发生变化
全文索引	功能需求	为收集到的内容建立索引以便于检索	灵活性不大，基本稳定
快速检索	功能需求	根据用户提供的检索条件实现快速的匹配	匹配算法有可能发生变化
排序	功能需求	将搜索结果按相关度	排序算法有可能发生

		进行排序，把最相关的结果放在最前面	变化
用户接口	功能需求	为用户提供适当的交互界面，对用户输入词汇进行解析	解析算法可能发生变化
定时爬取	质量属性	网页爬取能够定期执行，定期更新储存库	时间可能发生变化
并发爬取	质量属性	爬取应该能够多机器（>=3）同时并发进行	并发机器数目有可能发生变化
可扩展性	质量属性	系统能够存储大容量数据，能够分布式使用多台机器的存储设备	能够在 2 小时内添加新的数据存储设备以扩充存储容量
安全性	质量属性	系统中储存的内容应该加密	加密算法可能发生变化
及时性	质量属性	系统应反应及时	能够在 10 秒内给出查询结果
可靠性	质量属性	系统应及时发现系统中的故障	能够在 1 分钟内发现各服务器及进程的故障
易用性	质量属性	系统要具有高易用性	在查询时，能够返回“非字符匹配”的相关结果
容错性	质量属性	系统可能发生故障，但必须拥有尽快修复故障的能力	系统应能够在 4 小时内能够恢复工作
可修改性	质量属性	系统的要求可能会发生变更	可能的变更点包括：爬取算法；对爬取网页的解析规则；加密算法；检索匹配算法；排序算法等等
法律规则	质量属性	系统应能够进行敏感词过滤	敏感词随时可以调整
商业规则	质量属性	系统能够实现竞价策略，可按照加权的方式对某些搜索结果的先后顺序进行调整	加权算法可能发生变化
人员技能	开发环境	团队成员对搜索引擎开发技术了解欠缺	灵活性不大，只有加强团队的学习能力
团队组织	开发环境	项目计划有时间限制，在学期结束前必	灵活性不大，项目交付时间基本不会变化

		须有系统原型交付	
无	商业环境	无	无
软件环境	技术环境	不要求多平台、多浏览器的系统实现	灵活性变化不大
硬件环境	技术环境	系统应运行在至少八台机器上	拥有随时增加计算或存储设备的能力
支撑技术	技术环境	系统在开源的搜索引擎框架上修改完成	灵活性变化不大

三：体系结构需求定义

体系结构需求描述和设计约束

系统的体系结构需求描述和设计约束如下表所示：

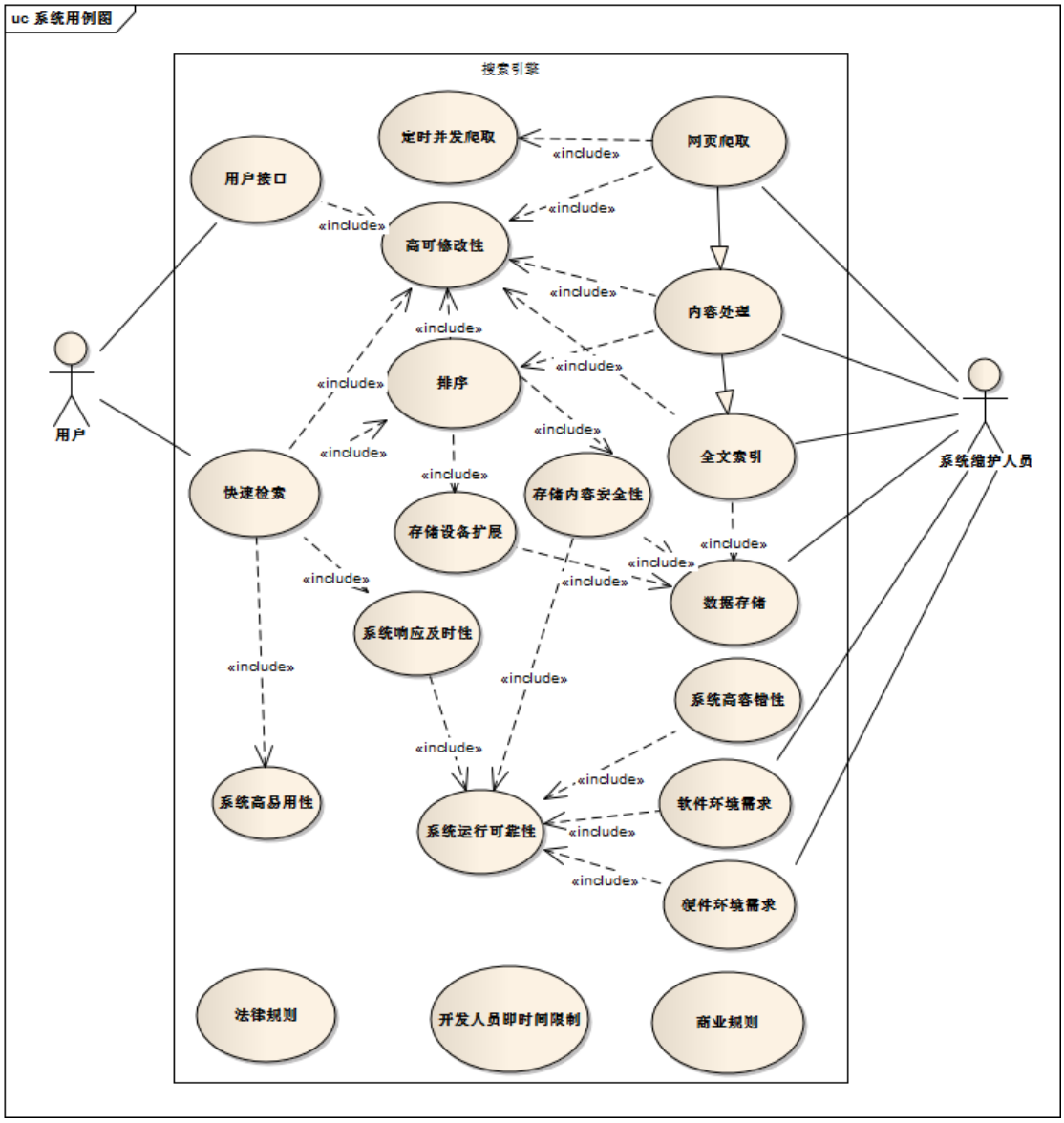
体系结构需求 ID	描述	设计约束	相关约束	优先级（小为高）
R1	网页爬取功能：网页爬取实现对网页的采集工作，即要对海量的网页进行数据的采集	C1　适当的启发策略，减少盲目性		1
R2	内容处理功能：对收集到的内容进行处理，提取特征元素。	C2　系统应能够处理项目过程中特征元素发生变化的情况		2
R3	全文索引功能：为收集到的内容建立索引以便于检索	无		2
R4	快速检索功能：根据用户提供的检索条件实现快速的匹配	C3　系统应能够根据用户提供的检索条件实现快速的匹配		1
R5	排序功能：系统需要对结果进行排序，将用户可能觉得重要的放在前面	无		2

R6	提供用户接口：为用户提供适当的交互界面	C3 系统应能够根据用户提供的检索条件实现快速的匹配		2
R7	定时爬取：要求网页爬取每天定时进行，爬取完成后更新一次储存库	C4 爬取应定时进行，定期更新存储库	C1	3
R8	并发爬取：爬取在 3 台独立机器上同时进行并相互协调，避免爬取重复数据	C5 系统应能够支持多处理器并发爬取功能	C1，C4	3
R9	存储设备的可扩展性：系统需要有处理大数据量的能力	C6 系统应能够在 2 小时内添加新的数据存储设备		3
R10	存储内容的安全性：系统数据存储需要有一定的安全措施	C7 系统应对存储数据提供加密算法		3
R11	系统响应的及时性：系统能够同时允许大量用户访问，要求系统具备负载均衡能力	C8 系统应能够在 10 秒内给出查询结果	C3	3
R12	系统运行的可靠性：系统采用冗余机制实现高可靠性	C9 系统应能够在 1 分钟内发现各服务器及进程的故障		3
R13	系统的高易用性	C10 系统在查询时应能够返回“非字符匹配”的相关结果	C3，C8	3
R14	系统的高容错性：系统要有容灾能力	C11 发生故障时系统能够在 4 小时内能够恢复工作	C9	3
R15	系统具有高可修改性	C12 系统的要求随时会发生变	C1，C3，C4	3

		更		
R16	系统应遵守法律规则	C13 敏感词随时会变更	C12	4
R17	系统遵守商业规则	C14 加权算法变更	C12	4
R18	开发人员要求	C15 8-10 人小组		5
R19	开发时间要求	C16 学期结束前		5
R20	软件环境要求	系统分布式部署在运行 linux 操作系统的机器上		
R21	硬件环境需求	C17 系统应运行在至少八台机器上	C5，C6	3

用例视图

下面是系统的用例视图：



非功能用例场景

下面是对系统的非功能用例定义的可验证的场景描述（表格）：

项目	内容	
场景 ID	S1	
商业目标	扩大并发爬取机器数量	
相关需求和设计约束	R8	C5
场景内容	刺激	新的爬取机器
	刺激源	系统维护人员
	环境	爬取机器数量不足
	制品	搜索引擎爬取子系统

	响应	增加并发爬取网页的机器数目
	响应的度量	爬取机器数量>=3

项目	内容	
场景 ID	S2	
商业目标	扩展存储设备数量	
相关需求和设计约束	R9	C6
场景内容	刺激	新的存储机器
	刺激源	系统维护人员
	环境	数据存储机器数量不足
	制品	搜索引擎数据存储子系统
	响应	增加新的存储机器数目
	响应的度量	2 小时内添加新的数据存储设备

项目	内容	
场景 ID	S3	
商业目标	响应的及时性	
相关需求和设计约束	R11	C8
场景内容	刺激	新的用户查询请求
	刺激源	用户
	环境	查询环境
	制品	搜索引擎查询系统
	响应	快速响应用户的查询
	响应的度量	在 10 秒内给出查询结果

项目	内容	
场景 ID	S4	
商业目标	运行的可靠性	
相关需求和设计约束	R12	C9
场景内容	刺激	系统发生故障
	刺激源	系统
	环境	系统运行错误，发生故障
	制品	系统
	响应	系统及时检测出错误原因
	响应的度量	在 1 分钟内发现各服务器及进程的故障

项目	内容	
场景 ID	S5	
商业目标	系统的高容错性	
相关需求和设计约束	R14	C11
场景内容	刺激	系统发生故障
	刺激源	系统
	环境	系统运行错误，发生故障
	制品	系统
	响应	系统恢复正常运行
	响应的度量	发生故障时系统能够在 4 小时内能够恢复工作

项目	内容	
场景 ID	S6	
商业目标	系统的可修改性	
相关需求和设计约束	R15	C12
场景内容	刺激	系统需求变更
	刺激源	客户
	环境	开发过程中系统的需求发生变化，如新的排序，解析算法，新的功能性需求等等
	制品	系统
	响应	系统能很好的维护变更需求
	响应的度量	需求的变更不会影响项目的进度

四：设计决策

下面是针对初始体系结构进行的一系列设计决策：

编号	D1
需求	R7　定时爬取
约束	C4　爬取应定时进行，定期更新存储库
对策	把爬取进程设置为定时任务
影响	进程视图，部署视图
详细设计约束	对爬取进程进行修改，变为定时执行任务

编号	D2
需求	R8　并发爬取
约束	C6　系统应能够支持多处理器并发爬取功能，要求至少 3 个以上处理器并发
对策	把爬取过程作为一个独立的进程，增加并发爬取网页的机器数目
影响	进程视图，部署视图
详细设计约束	一致性更新与 Cluster 访问

编号	D3
需求	R9　存储设备的可扩展性
约束	C7　系统应能够在 2 小时内添加新的数据存储设备
对策	封装数据存储过程，提高存储设备的可扩展性
影响	逻辑视图；开发视图；进程视图；部署视图
详细设计约束	一致性更新与 Cluster 访问

编号	D4
需求	R11　系统响应的及时性
约束	C8　系统应能够在 10 秒内给出查询结果
对策	设计算法进行查询优化，设计用户接口和存储数据端的通信 3 间隔
影响	开发视图
详细设计约束	通信规则

编号	D5
需求	R12　系统运行的可靠性
约束	C9　系统应能够在 1 分钟内发现各服务器及进程的故障
对策	使用 Ping/Echo 方法检测服务器故障
影响	所有 4 个视图
详细设计约束	Ping/Echo 规则

编号	D6
需求	R14　系统的高容错性
约束	C11　发生故障时系统能够在 4 小时内能够恢复工作
对策	使用冗余服务器提高可靠性，发生故障时使

	用冗余服务器
影响	所有 4 个视图
详细设计约束	一致性更新与 Cluster 访问

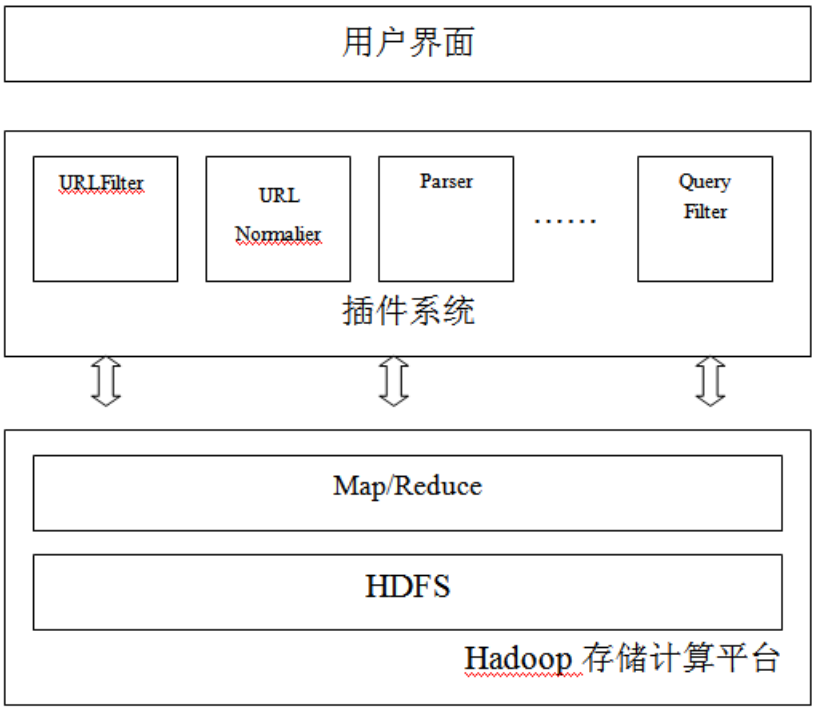
编号	D7
需求	R15 系统的可修改性
约束	C12 系统的要求随时会发生变更
对策	通过划分模块，封装算法来降低模块间耦合度
影响	逻辑视图，开发视图
详细设计约束	提供算法接口，隐藏算法详细信息

编号	D8
需求	R19 开发时间要求
约束	C16 学期结束前至少能提交项目的 beta 版本
对策	使用分层式结构，方便并行开发
影响	开发视图
详细设计约束	无

五：最终高层体系结构

系统介绍

根据实验要求，本小组通过查阅一些资料后决定使用开源的分布式系统基础架构 **hadoop** 搭建起搜索引擎的运行环境，通过在开源的搜索引擎 **nutch** 基础之上对其进行修改以满足此次实验的项目需求，最终部署在 **hadoop** 上并运行在 **tomcat** 容器中。最终的部署会如下图所示：

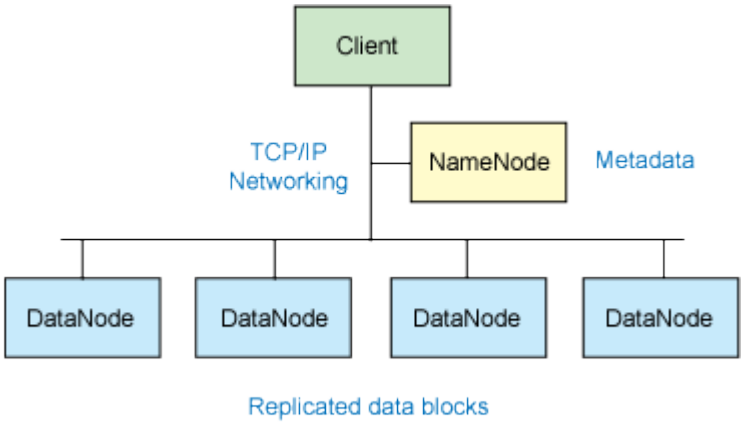


下面分别对 **hadoop** 和 **nutch** 进行简要的介绍。

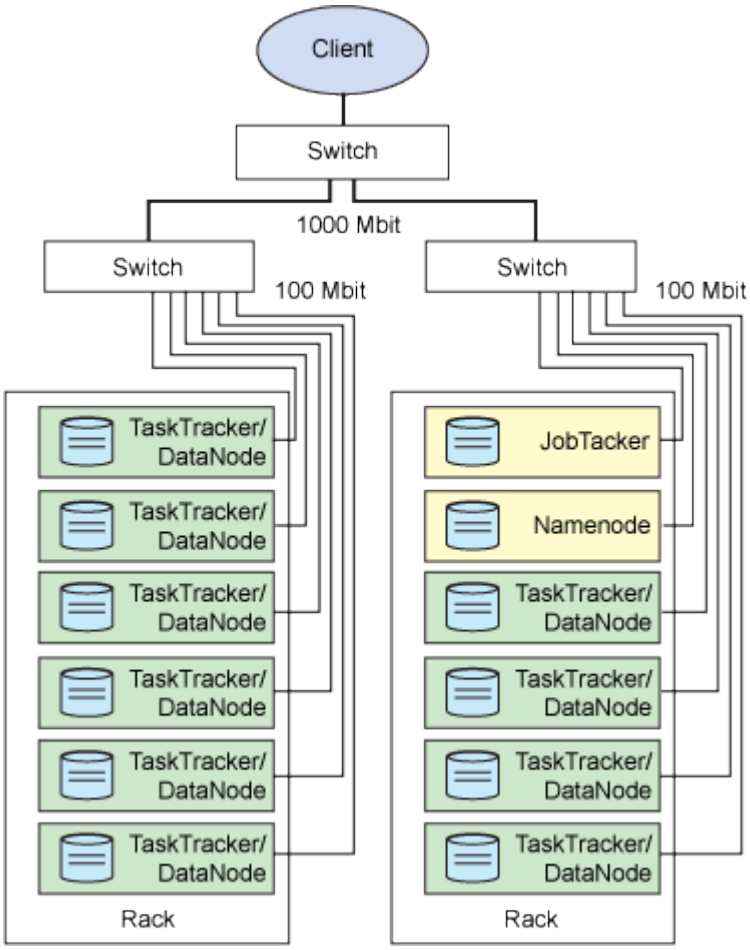
Hadoop

hadoop 是一个分布式系统基础架构，由 Apache 基金会开发。用户可以在不了解分布式底层细节的情况下，开发分布式程序。充分利用集群的威力高速运算和存储。Hadoop 实现了一个分布式文件系统（Hadoop Distributed File System），简称 HDFS。HDFS 有着高容错性的特点，并且设计用来部署在低廉的（low-cost）硬件上。而且它提供高传输率（high throughput）来访问应用程序的数据，适合那些有着超大数据集（large data set）的应用程序。

Hadoop 有许多元素构成。其最底部是 Hadoop Distributed File Syst Hadoop 集群的简化视图 em（HDFS），它存储 Hadoop 集群中所有存储节点上的文件。HDFS（对于本文）的上一层是 MapReduce 引擎，该引擎由 JobTrackers 和 TaskTrackers 组成。如下图所示：



下面是一个显示处理和存储的物理分布的 Hadoop 集群的简单示例：

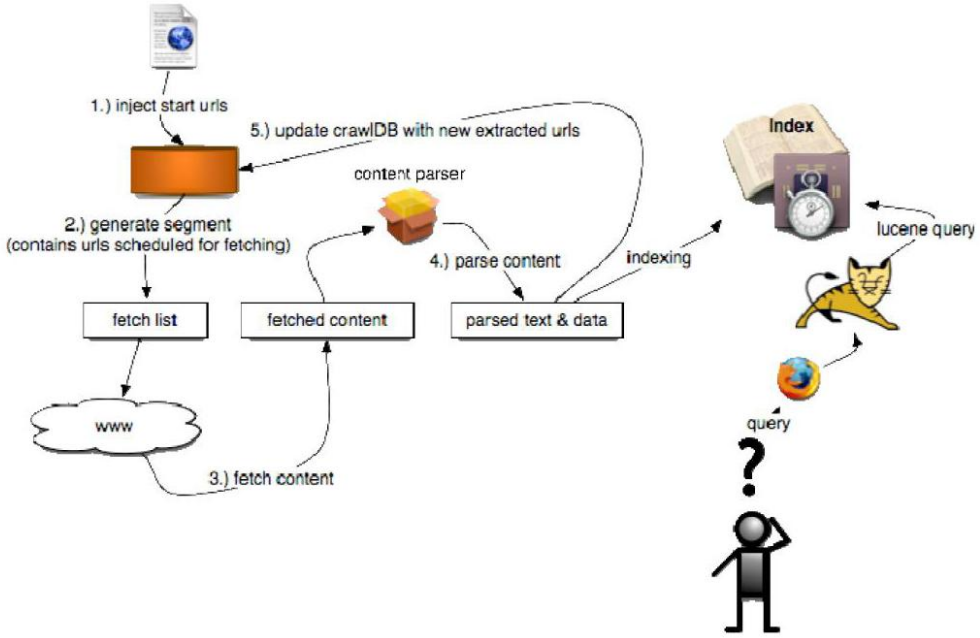


Nutch

Nutch 是一个由 Java 实现的开源 web 搜索引擎，包括 crawl,distributed computing,search 三个部分。Crawler 主要用于从网络上抓取网页并为这些网页建立索引。distributed computing 用于进行分布式计算。Searcher 主要利用 Crawler 生成的索引检索用户的查找关键词来产生查找结果。下图是 nutch 的常见工作流程：

Nutch 工作流程

先展示一个相当生动的图片，它描述了 Nutch 的工作流程，如图所示：

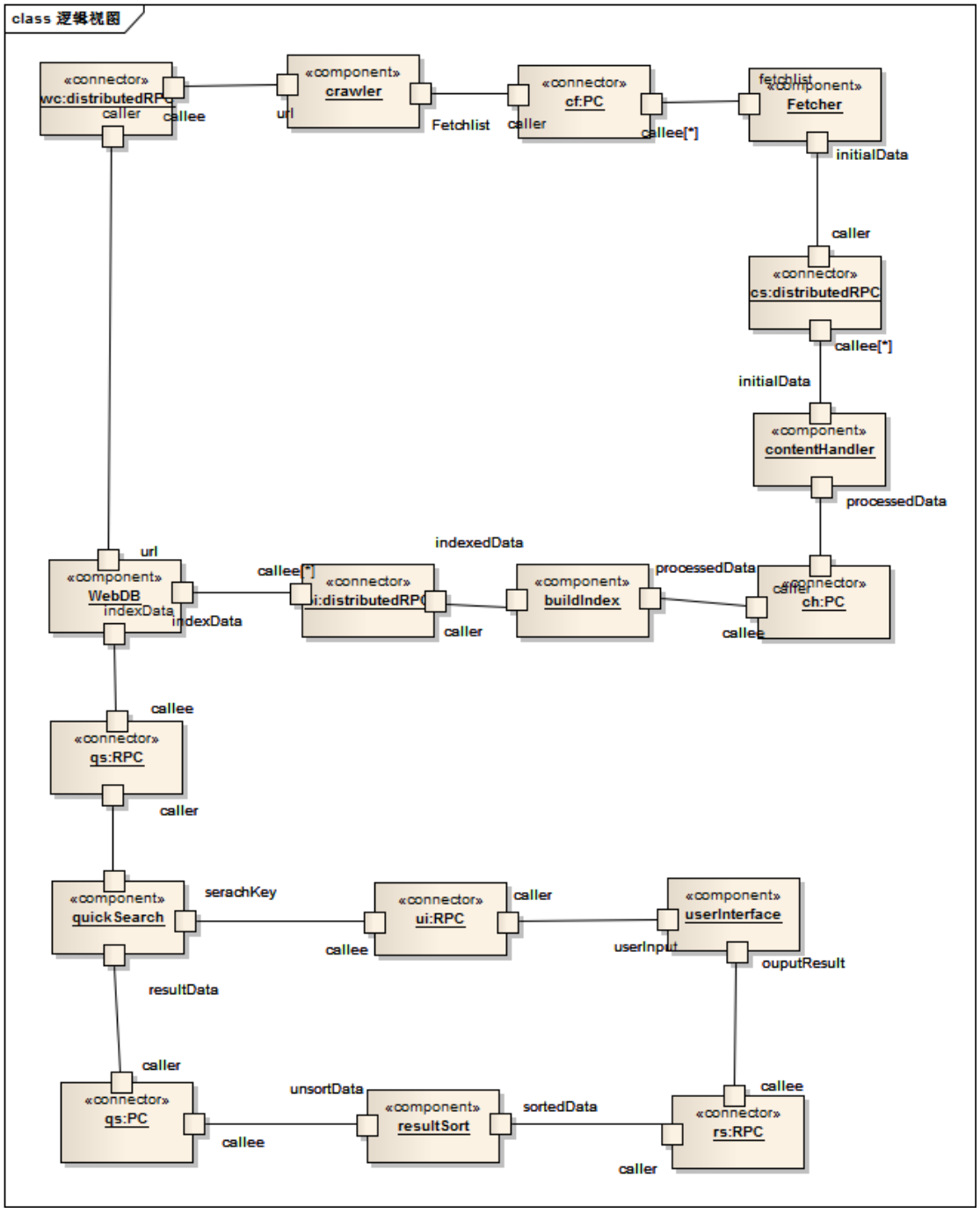


体系结构

使用 UML 表示法和 4+1 模型描述最终的高层结构，下面分别给出系统最终高层体系结构的逻辑视图、开发视图、进程视图和部署视图。

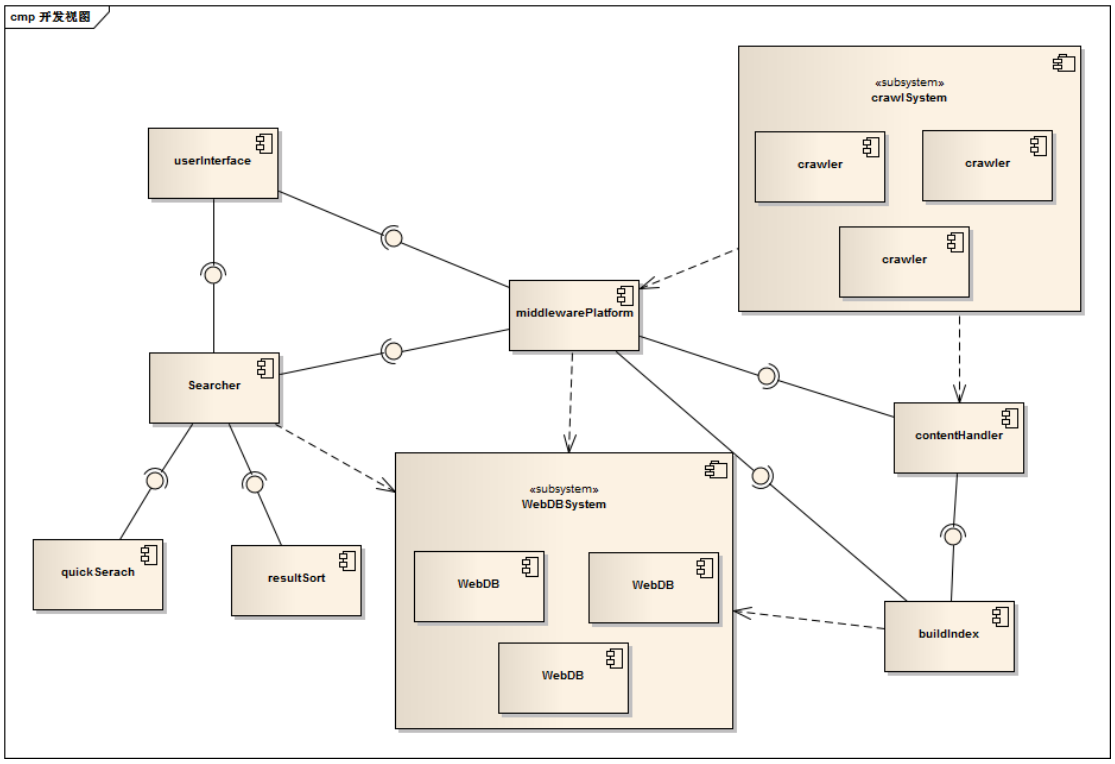
逻辑视图

下面是系统最终高层体系结构的逻辑视图：



开发视图

下面是系统最终高层体系结构的开发视图：



模块间接口定义：

接口 ID	I01	接口名	url 获取接口
方法		getUrl（）	
前置条件		WebDB 中存储有未抓取的或者新发现的 URLs	
后置条件		分布式远程 RPC 调用成功	
需求接口		无	

接口 ID	I02	接口名	数据爬取接口
方法		fetchList（）	
前置条件		有 url 输入	
后置条件		生成一个或多个 urllist	
需求接口		I01	

接口 ID	I03	接口名	建立索引接口
方法		buildIndex（）	
前置条件		有 urllist 输入	
后置条件		生成全文索引数据	
需求接口		I02	

接口 ID	I04	接口名	索引存储接口

方法	indexStore（）
前置条件	有 索引数据输入
后置条件	全文索引数据保存如 WebDB 中
需求接口	I03

接口 ID	I05	接口名	用户搜索接口
方法		userSearch（）	
前置条件		用户输入的关键字有效	
后置条件		中文分词	
需求接口		无	

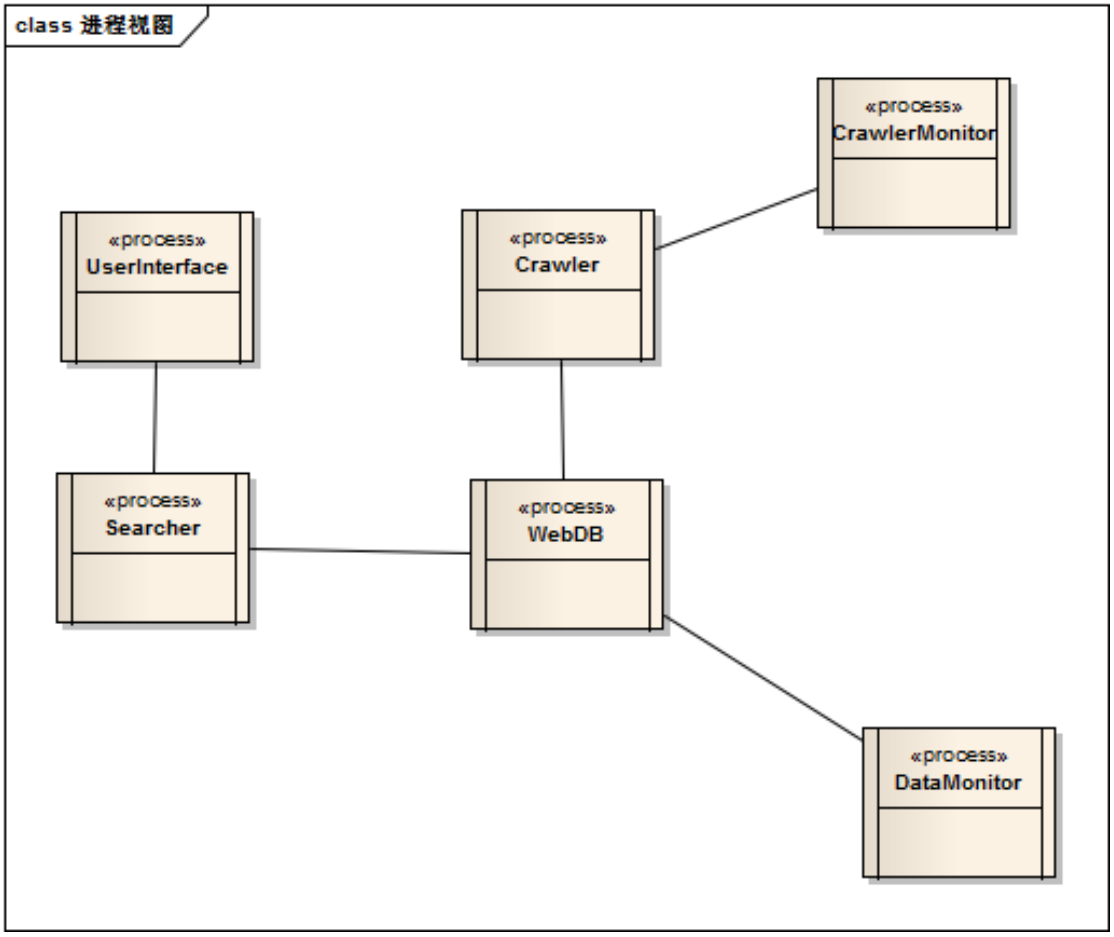
接口 ID	I06	接口名	查询接口
方法		indexSearch（）	
前置条件		经过解析后的搜索关键字	
后置条件		成功返回结果数据	
需求接口		I05	

接口 ID	I07	接口名	结果排序接口
方法		resultSort（）	
前置条件		输入结果数据	
后置条件		成功返回排序后的结果数据	
需求接口		I06	

接口 ID	I08	接口名	结果展示接口
方法		outputResult（）	
前置条件		输入结果数据	
后置条件		向用户展现搜索结果	
需求接口		I07	

进程视图

下面是系统最终高层体系结构的进程视图：



进程间接口定义：

接口 ID	I01	接口名	url 获取接口
方法		远程 RPC 调用	
前置条件		网络连通，分布式系统运行良好	
后置条件		爬取进程 Crawler 从数据存储进程 WebDB 中获得未抓取的或者新发现的 URLs	
需求接口		无	

接口 ID	I02	接口名	索引数据存储接口
方法		远程 RPC 调用	
前置条件		网络连通，分布式系统运行良好	
后置条件		数据存储进程 WebDB 从爬取进程 Crawler 中获得爬取后的索引数据并分析存储	
需求接口		无	

接口 ID	I03	接口名	爬取管理接口
方法		远程 RPC 调用	

前置条件	网络连通，分布式系统运行良好
后置条件	CrawlerMonitor 进程对运行在多个机器上的爬取进程 Crawler 进行协调管理
需求接口	无

接口 ID	I04	接口名	数据管理接口
方法		远程 RPC 调用	
前置条件		网络连通，分布式系统运行良好	
后置条件		DataMonitor 进程对运行在多个机器上的 WebDB 进程进行协调管理	
需求接口		无	

接口 ID	I05	接口名	用户搜索接口
方法		远程 RPC 调用	
前置条件		网络连通，分布式系统运行良好	
后置条件		UserInterface 进程对运行在其他机器上的 Searcher 进程发出搜索请求并传送用户输入数据	
需求接口		无	

接口 ID	I06	接口名	搜索查询接口
方法		远程 RPC 调用	
前置条件		网络连通，分布式系统运行良好	
后置条件		Searcher 进程对运行在其他多个机器上的 WebDB 进程发出查询请求并传送经过分词解析后的用户输入的搜索关键字	
需求接口		无	

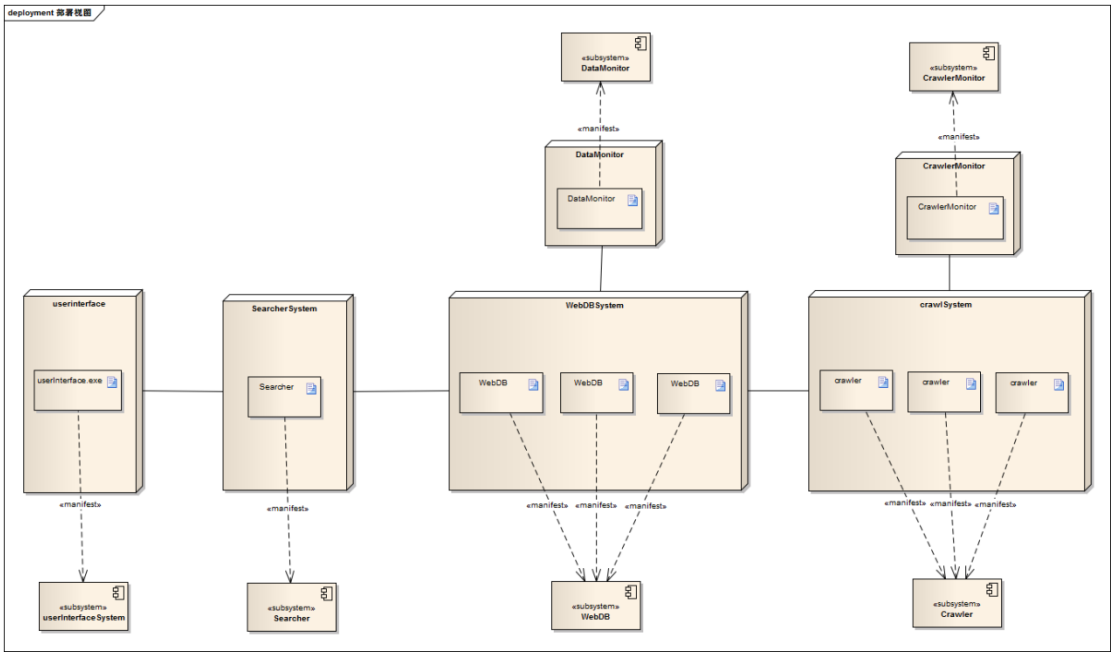
接口 ID	I07	接口名	查询结果返回接口
方法		远程 RPC 调用	
前置条件		网络连通，分布式系统运行良好	
后置条件		WebDB 进程对运行在其他机器上的 Searcher 进程发送查询结果数据	
需求接口		无	

接口 ID	I08	接口名	结果输出接口
方法		远程 RPC 调用	
前置条件		网络连通，分布式系统运行良好	
后置条件		Searcher 进程对运行在其他机器上的	

	UserInterface 进程发送搜索结果数据
需求接口	无

部署视图

下面是系统最终高层体系结构的部署视图：



六：小组分工

小组	小组成员	分配模块
小组一	李东煦（091250072）	Hadoop 分布式系统平台的分析和搭建
	靳峥（091250069）	
	娄鹏呈（091250094）	
小组二	陆昊君（091250097）	用户接口设计
	陆君之（091250099 ）	
小组三	陆星恒（091250102）	开源搜索引擎 Nutch 的 crawler 模块的分析、修改与部署
	陆怡平（091250103）	
小组四	钟晓诚（091250232）	开源搜索引擎 Nutch 的 searcher 模块的分析、修改与
	鞠元（091250070）	

	周率（091250236）	部署