

## 2014 年系统架构师考试科目二：案例分析

1. 请仔细阅读以下关于网络设备管理系统架构设计的说明, 回答问题 1 和问题 2。

### 【题目】

某软件公司欲开发一个网络设备管理系统, 对管理区域内的网络设备(如路由器和交换机等)进行远程监视和控制。公司的系统分析师首先对系统进行了需求分析, 识别出如下 3 项核心需求:

(a) 目前需要管理的网络设备确定为 10 类 20 种, 未来还将有新类别的网络设备纳入到该设备管理系统中;

(b) 不同类别的网络设备, 监视和控制的内容差异较大; 同一类网络设备, 监视和控制的内容相似, 但不同厂商的实现方式(包括控制接口格式、编程语言等)差异较大;

(c) 网络管理员能够在一个统一的终端之上实现对这些网络设备的可视化呈现和管理操作。

针对上述需求, 公司研发部门的架构师对网络设备管理系统的架构进行了分析与设计, 架构师王工认为该系统可以采用 MVC 架构风格实现, 即对每种网络设备设计一个监控组件, 组件通过调用网络设备厂商内置的编程接口对监控指令进行接收和处理; 系统管理员通过管理模块向监控组件发送监控指令, 对网络设备进行远程管理; 网络状态、监控结果等信息会在控制终端上进行展示。针对不同网络设备的差异, 王工认为可以对当前的 20 种网络设备接口进行调研与梳理, 然后通过定义统一操作接口屏蔽设备差异。李工同意王工提出的 MVC 架构风格和定义统一操作接口的思路, 但考虑到未来还会有新类别的网络设备接入, 认为还需要采用扩展接口的方式支持系统开发人员扩展或修改现有操作接口。公司组织专家进行架构评审, 最终同意了王工的方案和李工的改进意见。

### 【问题 1】(10 分)

请用 300 字以内的文字解释什么是 MVC 架构风格以及其中的组件交互关系, 并根据题干描述, 指出该系统中的 M、V、C 分别对应什么。

#### 【问题 1 解析】

MVC 架构风格: 用一种业务逻辑、数据、界面显示分离的方法组织代码, 将业务逻辑聚集到一个部件里面, 在改进和个性化定制界面及用户交互的同时, 不需要重新编写业务逻辑。

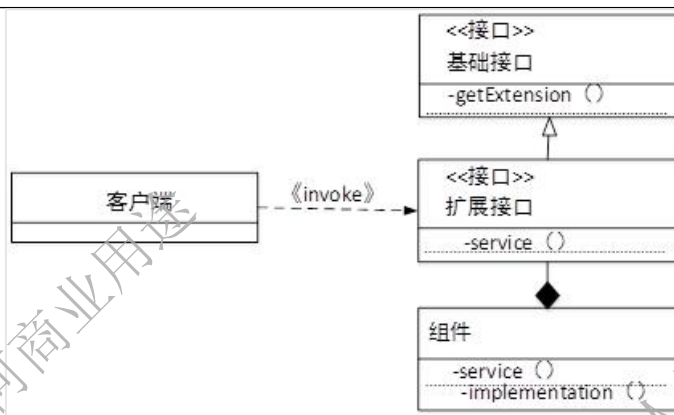
MVC 架构将整个软件系统划分为模型、视图和控制器 3 个部分。模型负责维护并保存具有持久性的业务数据, 实现业务处理功能, 并将业务数据的变化情况及时通知视图; 视图负责呈现模型中包含的业务数据, 响应模型变化通知, 更新呈现形式, 并向控制器传递用户的界面动作; 控制器负责将用户的界面动作映射为模型中的业务处理功能并实际调用之, 然后根据模型返回的业务处理结果选择新的视图。

在本题中:

M: 监控组件, V: 控制终端, C: 管理模块。

### 【问题 2】(15 分)

扩展接口模式结构通常包含四个角色: 基础接口、组件、扩展接口和客户端, 它们之间的关系如下图所示。



其中每个扩展接口需要通过扩展基础接口获得基本操作能力，然后加入自己特有的操作接口，并通过设置全局唯一接口 ID 对自身接口进行标识；每个具体的组件需要实现扩展接口完成实际操作；客户端不与组件直接交互，而需要通过与扩展接口交互提出调用请求，扩展接口根据请求查找并选择合适的实现组件响应客户端请求。请根据上图所示和题干描述，指出扩展接口模式结构中的四个角色分别对应网络设备管理系统的哪些部分；并以客户端发起调用操作这一场景为例，填写下表中的(1)~(5)。

表 1-1 客户端发起调用操作过程描述

序号	操作
1	客户端调用某个 (1) A 上的操作接口，该操作接口可能是基础接口，也可能是扩展接口
2	若实现 A 的 (2) 存在被执行请求的操作接口，则调用该操作接口向用户返回结果
3	如果所有组件均没有实现 (3)，则客户端调用 A 上的 getExtension 方法，传入需要的 (4)，通过查找与定位，找到实现该操作接口的 (5) B，并将 B 的引用传回客户端
4	客户端调用 B 上的操作接口，通过相应的实现组件返回结果

备选答案：基础接口、扩展接口、操作接口、接口 ID、客户端、组件。

#### 【问题 2 解析】

基础接口：统一操作接口；

组件：监控组件

扩展接口：新网络设备的操作接口

客户端：控制终端

(1) 扩展接口

(2) 组件

(3) 操作接口

(4) 接口 ID

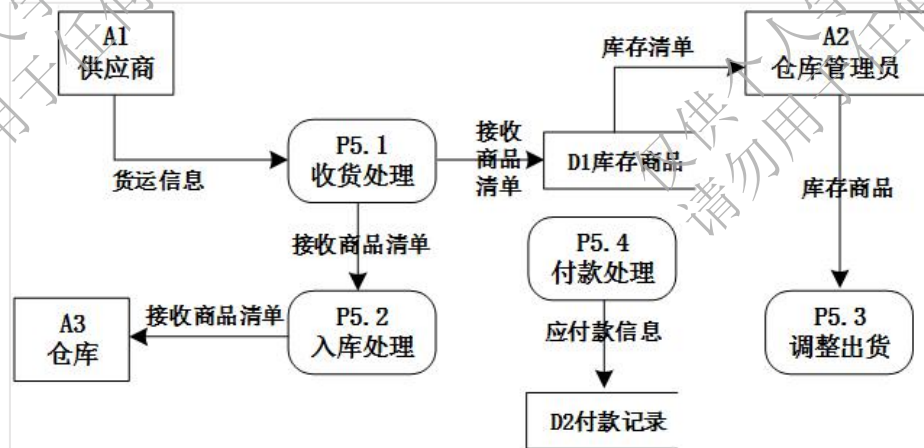
(5) 扩展接口

2. 请仔细阅读以下关于系统过程建模的说明，在答题纸上回答问题 1 至问题 3。

#### 【题目】

某公司正在研发一套新的库存管理系统。系统中一个关键事件是接收供应商供货。项目组系统分析员小王花了大量时间在仓库观察了整个事件的处理过程，并开发出该过程所执行活动的列表：供应商发送货物和商品清单，公司收到商品后执行收货处理，包括卸载商品、确定收到了订单上的商品、处理与供应商的分歧等。对于已有商品，调整其库存信息，对于新采购的商品，在库存中添加新的商品记录。收货完成后，系统执行入库处理，将商品放到仓库对应的货架上。在付款处理活动中，自动生成应付账款信息，如果查询到该供应商有待付款记录，则进行合并付款，付款完成后消除应付账款记录。最后，仓库管理员根据最新的库存商品，调整出货信息。

小王根据自己观察的过程创建了该事件的 1 层数据流图，如下图所示。



### 【问题 1】(8 分)

请用 300 以内文字说明数据流图(Data Flow Diagram)的基本元素及其作用。

#### 【问题 1 解析】

数据流：数据流是数据在系统内传播的路径，因此由一组成分固定的数据组成。

外部实体：代表系统之外的实体，可以是人、物或其他软件系统。

加工（处理）：加工是对数据进行处理单元，它接收一定的数据输入，对其进行处理，并产生输出。

数据存储：表示信息的静态存储，可以是文件、文件的一部分、数据库的元素等。

### 【问题 2】(12 分)

数据流图在绘制过程中可能出现多种语法错误，请分析上图所示数据流图中哪些地方有错误，并分别说明错误的类型。

#### 【问题 2 解析】

- 1、加工 P5.3 仅有输入流，缺少输出流，这属于黑洞。
  - 2、加工 P5.4 仅有输出流，缺少输入流，这属于奇迹。
  - 3、D1 到 A2：缺少处理数据流的加工。
  - 4、D2：数据存储没有输出的数据流。
- 扩展：加工不出输出流，即灰洞。

### 【问题 3】(5 分)

系统建模过程中为了保证数据模型和过程模型的一致性，需要通过数据-过程-CRUD 矩阵来实现数据模型和过程模型的同步，请在下表所示 CRUD 矩阵(1)~(5)中填入相关操作。

表 2-1 接收供应商供货的 CRUD 矩阵

	P5.1 收货处理	P5.2 入库处理	P5.3 调整出货	P5.4 付款处理
供应商	(1)			(2)
库存商品		(3)	(4)	
付款记录				(5)

【问题 3 解析】

	收货处理	入库处理	调整出货	付款处理
供应商	R			R
库存商品		CRU	RU	
付款记录				CRUD

3. 请详细阅读有关嵌入式构件设计方面的说明，在答题纸上回答问题 1 至问题 3。

【题目】

构件(component)也称为组件，是一个功能相对独立的具有可复用价值的软硬件单元。近年来，构件技术正在逐步应用于大型嵌入式系统的软件设计。某公司长期从事飞行器电子设备研制工作，已积累了大量成熟软件。但是，由于当初管理和设计等原因，公司的大量软件不能被复用，严重影响了公司后续发展。公司领导层高度重视软件复用问题，明确提出了要将本公司的成熟软件进行改造，建立公司可复用的软件构件库，以提升开发效率、降低成本。公司领导层决定将此任务交给技术部门的王工程师负责组织实施。两个月后，王工程师经过调研、梳理和实验，提交了一份实施方案。此方案得到了公司领导层的肯定，但在实施过程中遇到了许多困难，主要表现在公司软件架构的变更和构件抽取的界面等方面。

【问题 1】(共 9 分)

请用 200 字以内文字说明获取构件的方法有哪几种？开发构件通常采用哪几种策略？并列举出两种主流构件标准。

【问题 1 解析】

获取构件的方法包括：

- (1) 从现有构件中获得符合要求的构件，直接使用或作适应性（flexibility）修改，得到可重用的构件；
- (2) 通过遗留工程（legacy engineering），将具有潜在重用价值的构件提取出来，得到可重用的构件；
- (3) 从市场上购买现成的商业构件，即 COTS（Commercial Off-The-Shell）构件；
- (4) 开发新的符合要求的构件。

开发构件的策略：

分区：指的是将问题情景的空间分割成几乎可以独立研究的部分；

抽象：是对给定实践内执行指定计算的软/硬件单元的一种抽象；

分割：是将结构引入构件的行为，支持对行为性质进行时序推理。

主流构件标准包括：三个主要流派为 OMG 的 COBRA(分布计算技术)、Microsoft 的 COM/DCOM/COM+和 Sun 的 EJB/J2EE。（答出其中两种即可）。

【问题 2】(共 6 分)

由于该公司已具备大量的成熟软件，王工程师此次的主要工作就是采用遗留工程（Legacy Engineering)方法，将具有潜在复用价值的软件提取出来，得到可复用的构件。因此，在设计软件时与原开发技术人员产生了重大意见分歧，主要分歧焦点在于大家对构件概念理解上的差异。请根据你对构件的理解，判断下表给出的有关构件的说法是否正确，将答案写在答



题纸上。

表 3-1 有关构件的 6 种说法

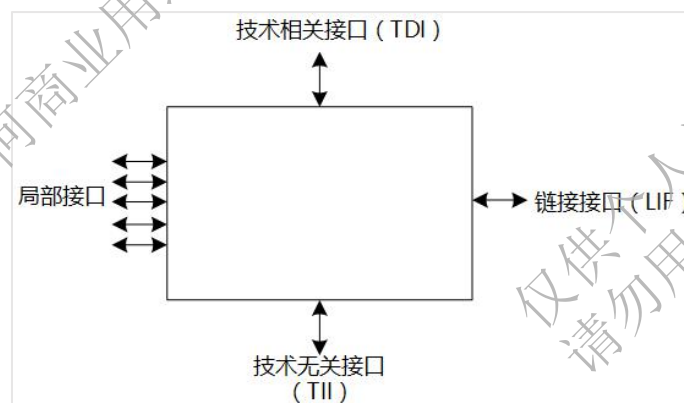
序号	关于构件的说明	正确：√ 不正确：×
1	构件是系统中的一个封装了设计与实现，而只披露接口的可更换的部分	(1)
2	构件是解决软件复用的基础，复用的形式可分为垂直式复用和水平式复用。而水平式复用的主要关键在于领域分析，具有领域特征和相似性，受到广泛关注	(2)
3	构件构建在平台之上，平台提供核心平台服务，是构件实现与构件组装的基础。构件组装通常采用基于功能的组装技术、基于数据的组装技术和基于配置的组装技术等三种技术	(3)
4	软件架构为软件系统提供了一个结构、行为和属性的高级抽象，由构件的描述、构件的相互作用（连接件）、指导构件集成的模式以及这些模式的约束组成	(4)
5	构件可分为硬件构件、软件构件、系统构件和应用构件。RTL（运行时库）属于软件构件，由于 RTL 与应用领域相关，所以 RTL 应属于垂直式复用构件	(5)
6	硬件构件的功能被给定的硬件结构如 ASIC 预先确定，是不能修改的。同样，软件构件的功能由在 FPGA 或者 CPU 上的软件确定的，也是不能修改的	(6)

【问题 2 解析】

- (1) √
- (2) ×
- (3) ×：基于功能的组装技术、基于数据的组装技术和面向对象的组装技术。
- (4) √
- (5) ×
- (6) ×

【问题 3】(共 10 分)

王工程师的实施方案指出：本公司的大部分产品是为用户提供标准计算平台的，而此平台中的主要开发工作是为嵌入式操作系统研制板级支持软件(BSP)。为了提高 BSP 软件的复用，应首先开展 BSP 构件的开发，且构件架构应符合国外 GENESYS 规范定义的嵌入式系统架构风格。下图给出了架构风格定义的构件通用接口，其中：链接接口 (LIF)是构件对外提供的功能服务接口；局部接口建立了构件和它的局部环境的连接，如传感器、作动器或人机接口；技术相关接口(TDI)提供了查看构件内部、观察构件的内部变量的手段，如诊断等；技术无关接口(TII)用来在运行时配置、复使、重启构件的接口。现需要针对 BSP 中常用的 RS-232 串行驱动程序设计一个可复用的软构件，请说明该软构件四类接口的具体功能。



【问题 3 解析】

局部接口：将 RS-232 芯片的外部中断向量连接到 CPU，从 RS-232 芯片中读取寄存器

的内容, 将控制信息定稿 RS-232 芯片寄存器。

技术相关接口 (TDI) : 诊断数据传输校验的错误。

链接接口 (LIF) : 对 RS-232 芯片初始化, 并向其发送数据与从芯片接收数据。

技术无关接口 (TII) : RS-232 芯片或驱动构件复位和重启, 重新配置传输速率。

4. 请详细阅读有关软件架构评估方面的说明, 在答题纸上回答问题 1 至问题 2。

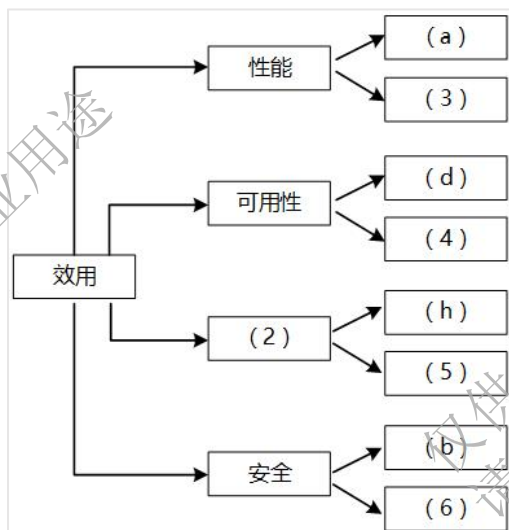
### 【题目】

某电子商务公司拟升级目前正在使用的在线交易系统, 以提高客户网上购物时在线支付环节的效率和安全性。公司研发部门在需求分析的基础上, 给出了在线交易系统的架构设计。公司组织相关人员召开了针对架构设计的评估会议, 会上用户提出的需求、架构师识别的关键质量属性场景和评估专家的意见等内容部分列举如下:

- (a) 在正常负载情况下, 系统必须在 0.5 秒内响应用户的交易请求;
- (b) 用户的信用卡支付必须保证 99.999% 的安全性;
- (c) 系统升级后用户名要求至少包含 8 个字符;
- (d) 网络失效后, 系统需要在 2 分钟内发现错误并启用备用系统;
- (e) 在高峰负载情况下, 用户发起支付请求后系统必须在 10 秒内完成支付功能;
- (f) 系统拟采用新的加密算法, 这会提高系统安全性, 但同时会降低系统的性能;
- (g) 对交易请求处理时间的要求将影响系统数据传输协议和交易处理过程的设计;
- (h) 需要在 30 人月内为系统添加公司新购买的事务处理中间件;
- (i) 现有架构设计中的支付部分与第三方支付平台紧耦合, 当系统需要支持新的支付平台时, 这种设计会导致支付部分代码的修改, 影响系统的可修改性;
- (j) 主站点断电后, 需要在 3 秒内将访问请求重定向到备用站点;
- (k) 用户信息数据库授权必须保证 99.999% 可用;
- (l) 系统需要对 Web 界面风格进行修改, 修改工作必须在 4 人月内完成;
- (m) 系统需要为后端工程师提供远程调试接口, 并支持远程调试。

### 【问题 1】(12 分)

在架构评估过程中, 质量属性效用树(utility tree)是对系统质量属性进行识别和优先级排序的重要工具。请给出合适的质量属性, 填入下图中(2)空白处; 并选择题干描述的(a)~(m), 填入(3)~(6)空白处, 完成该系统的效用树。



### 【问题 1 解析】【与 2017 年第 1 题类似】

质量属性效用包括: 性能、安全性、可用性、可修改性。

(2)可修改性。

(3)~(6)空白处分别为:

(3)—(e)—性能: 在高峰负载情况下, 用户发起支付请求后系统必须在 10 秒内完成支付功能。

(4)—(j)—可用性: 主站点断电后, 需要在 3 秒内将访问请求重定向到备用站点。

(5)—(l)—可修改: 系统需要对 Web 界面风格进行修改, 修改工作必须在 4 人月内完成。

(6)—(k)—安全: 用户信息数据库授权必须保证 99.999%可用。

【问题 2】(13 分)

在架构评估过程中, 需要正确识别系统的架构风险、敏感点和权衡点, 并进行合理的架构决策。请用 300 字以内的文字给出系统架构风险、敏感点和权衡点的定义, 并从题干(a)~(m)中各选出 1 个对系统架构风险、敏感点和权衡点最为恰当的描述。

【问题 2 解析】

风险点: 架构设计中潜在的、存在问题的架构决策所带来的隐患(i)。

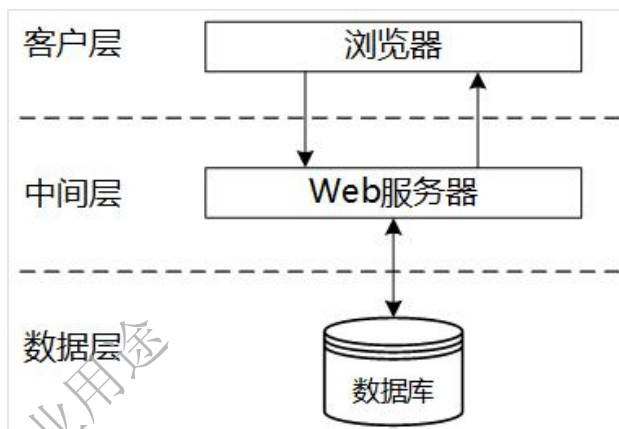
敏感点: 为了实现某种特定的质量属性, 一个或多个组件所具有的特征(g)。

权衡点: 影响多个质量属性的特征, 是多个质量属性的敏感点(f: **安全性和性能**)。

5. 请详细阅读有关 Web 应用架构设计方面的说明, 在答题纸上回答问题 1 至问题 3。

【题目】

某软件公司开发运维了一个社交网站系统, 该系统基于开源软件平台 LAMP(Linux+Apache+MySQL+PHP)构建, 运行一段时间以来, 随着用户数量及访问量的增加, 系统在 Web 服务器负载、磁盘 I/O 等方面出现了明显瓶颈, 已不能满足大量客户端并发访问的要求, 因此公司成立了专门的项目组, 拟对系统架构进行调整以提高系统并发处理能力。目前系统采用了传统的三层结构, 系统架构如下图所示。



【问题 1】(10 分)

针对目前出现的 Web 服务器负载过大问题, 项目组决定在客户端与中间层 Web 服务器之间引入负载均衡器, 通过中间层 Web 服务器集群来提高 Web 请求的并发处理能力。在讨论拟采用的负载均衡机制时, 王工提出采用基于 DNS 的负载均衡机制, 而李工则认为应采用基于反向代理的负载均衡机制, 项目组经过讨论, 最终确定采用李工提出的方案。请用 200 字以内的文字, 分别简要说明两个机制的基本原理; 并从系统执行效率、安全性及简易性等方面将两种机制进行对比, 将对比结果填入下表中。

表 5-1 两种负载均衡机制对比分析表

特性		基于 DNS 的负载均衡	基于反向代理的负载均衡
系统执行效率	是否考虑内容服务器性能差异及实时负载情况	(1)	(2)
	是否可对内部服务器静态资源进行缓存	(3)	(4)
安全性	是否能屏蔽客户端对真实 Web 服务器的直接访问	(5)	(6)
简易性	是否具有实现简单、容易实施及低成本的特性	(7)	(8)

注: 请在表格 (1)~(8) 处填入“是”或“否”

【问题 1 解析】

基于 DNS 的负载均衡是在 DNS 服务器中为同一个主机名配置多个 IP 地址, 在应答 DNS 查询时, DNS 服务器对每个查询将以 DNS 文件中主机记录的 IP 地址按顺序返回不同的解析结果, 将客户端的访问引导到不同的节点上去, 使得不同的客户端访问不同的节点, 从而达到负载均衡的目的。

反向代理负载均衡。反向代理负载均衡是将来自 Internet 上的连接请求以反向代理的方式动态地转发给内部网络上的多个节点进行处理, 从而达到负载均衡的目的。

- (1) 否 (2) 是  
(3) 否 (4) 是  
(5) 否 (6) 是  
(7) 是 (8) 否

【问题 2】(7 分)

针对并发数据库访问所带来的磁盘 I/O 瓶颈问题, 项目组决定在数据层引入数据库扩展机制。经过调研得知系统数据库中存储的主要数据为以用户标识为索引的社交网络数据, 且系统运行时发生的大部分数据库操作为查询操作。经过讨论, 项目组决定引入数据库分区和 MySQL 主从复制两种扩展机制。数据库分区可采用水平分区和垂直分区两种方式, 请用 350 字以内的文字说明在本系统中应采用哪种方式及其原因, 并分析引入主从复制机制给系统带来的好处。

【问题 2 解析】

本系统应采用水平分区, 因为社交网络数据库的数据表记录数量非常庞大, 而且记录的访问, 大多集中于本地区域, 所以水平分区能极大提高处理效率。

主从复制机制使得同样的数据, 存在多个副本, 这样让用户查询数据时, 可以选择该数据最近的副本进行访问, 提高效率, 降低资源使用时的冲突。

【问题 3】(8 分)

为进一步提高数据库访问效率, 项目组决定在中间层与数据层之间引入缓存机制。赵工开始提出可直接使用 MySQL 的查询缓存(query cache)机制, 但项目组经过分析好友动态显示等典型业务的操作需求, 同时考虑已引入的数据库扩展机制, 认为查询缓存尚不能很好地提升系统的查询操作效率, 项目组最终决定在中间层与数据层之间引入 Memcached 分布式缓存机制。

(a)请补充下述关于引入 Memcached 后系统访问数据库的基本过程: 系统需要读取后台数据时, 先检查数据是否存在于(1)中, 若存在则直接从其中读取, 若不存在则从(2)中读取并保存在(3)中; 当(4)中数据发生更新时, 需要将更新后的内容同步到(5)实例中。(备选答案: 数据库、Memcached 缓存)

(b)请结合已知信息从缓存架构、缓存有效性及缓存数据类型等方面分析使用 Memcached 代替数据库查询缓存的原因。

【问题 3 解析】



- (1) Memcached
- (2) 数据库
- (3) Memcached
- (4) 数据库
- (5) Memcached

Memcached 相比数据库查询缓存:

缓存架构: 数据库缓存只是将查询结果进行缓存, 适用面很窄, 而 Memcached 是将数据库中的表进行缓存, 对于在这些表之上的操作均可适用。

缓存有效性: Memcached 缓存时效较长, 只要未更新, 就属于有效状态, 而数据库查询缓存时效较短 (具体时效与配置有关), 所以在此方面 Memcached 有优势。

缓存数据类型: Memcached 缓存数据为表级, 而数据库查询缓存为元组级。