

# 物联网融合环境食品安全云平台用户模型

王晓明,张龙昌

(渤海大学 信息科学与技术学院,辽宁 锦州 121013)

**摘要:**为了将食品安全信息化与物联网、三网融合环境、云计算结合,从物联网获取食品安全监管的第一手数据并实现食品安全的实时监管;从互联网和云中存储的数据中获取食品安全监管的以往数据实现对食品安全以往数据的监管、举报与处理等;通过三网融合环境下手机、PC、电视等向用户提供食品安全信息一定程度上打破时空限制为用户提供所需的服务;利用云计算的存储、计算和网络能力提高食品安全信息化的存储信息的能力、计算能力和网络通讯的能力,文中研究了物联网融合环境下的食品安全云平台用户模型。首先分析可以利用的食品安全用户模型研究成果,其次从物联网、融合环境、用户类型等角度研究用户,再次提出对应的用户需求模型和用户模型,最后做出了总结。

**关键词:**食品安全;物联网;三网融合;云计算;用户

**中图分类号:**TP39

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2016)06-0158-05

**doi:**10.3969/j.issn.1673-629X.2016.06.035

## Research on User Model of Food Security in Cloud Platform under Internet of Things and Fusion

WANG Xiao-ming, ZHANG Long-chang

(College of Information Science and Technology, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

**Abstract:** To combine the food safety information and the Internet of Things, triple play environment, as well as cloud computing, first-hand data from the Internet of Things for the supervision of food safety is obtained and the real-time regulation of food safety is realized; the original data for the supervision of food safety is obtained in the Internet and the cloud to realize the regulation, reports and processing for previous data; the food safety information is provided for users through mobile phone, PC, TV by triple fusion environment to break the limits of time and space to provide the required services; use of cloud storage, computing and network capacity to improve food safety information's ability to store, computation and the ability of network communication, the user model for food safety cloud platform in IoT environment is studied. First analysis can be made to research the food safety of the user model. Second, from the Internet of Things, integration environment, and the types of user, the users are researched. Then it puts forward the corresponding user requirement model and user model. Finally the summary has been made.

**Key words:** food safety; Internet of Things; triple play; cloud computing; user

## 0 引言

食品安全,在温家宝总理2010年政府工作报告中,被定义为不涉及有毒和有害,有该有的营养,不会危害人体<sup>[1]</sup>。伴随着人们物质生活的丰富,对食品安全的要求也逐步提高,管理部门往往要求获取区域内食品的实时状态信息,食品企业往往希望获取其自身从原料到销售的各环节信息,个人用户往往希望获取其希望并且能够获得的食品的对信息,用户渴望能够利用三网融合环境下的异构终端获得信息并希望速度更快、信息更多。为此,文中做了如下工作:

- (1)分析可以利用的、与食品安全相关的用户研究成果;
- (2)从物联网、融合环境、用户类型等角度研究用户;
- (3)提出对应环境的用户需求模型;
- (4)研究对应环境下的用户模型。

## 1 物联网融合环境食品安全云平台用户研究

为了研究物联网融合环境食品安全云平台用户需

收稿日期:2015-08-30

修回日期:2015-12-08

网络出版时间:2016-05-25

基金项目:辽宁省教育科学技术研究项目(L2014451)

作者简介:王晓明(1979-),男,硕士,讲师,研究方向为云、融合、物联网。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160525.1700.014.html>

求模型和用户模型,笔者于2015年8月27日13时21分以“用户”、“模型”和“食品”作为题名和篇名分别精确检索万方和知网,论文数量均检索到0篇,换句话说没有找到能够直接使用的研究成果,但目前食品安全用户研究可以使用的成果主要有文献[2-4]。其中,文献[2]基于模糊层次分析法,针对农机适用的模糊性,建立用户调查评价模型;文献[3]基于技术接受模型,以实证研究为手段,添加主观规范以及自我效能潜在变量,建立农户林业网络信息服务技术的采纳模型;文献[4]以四川绵阳游仙区的农村安全饮水工程为例,基于用户需求,利用因子分析法和层次分析法构建饮水工程的契合度评价模型。

目前食品安全用户研究有一定成果,但文中认为食品安全用户研究需要:

(1)与物联网相关。物联网连接物与物,能够智能识别并管理物品<sup>[5]</sup>,应用于食品安全能够获得第一手数据<sup>[6]</sup>。

(2)与三网融合环境相关。三网指计算机网、电信网和电视网,技术改造后能够实现业务和应用的融合,能够融合宽带通信网、数字电视网和下一代互联网,一定程度上打破时空限制,使人们能够通过手机、PC、电视等异构终端接收并使用食品安全信息和数据<sup>[7-9]</sup>。

(3)与云计算相关。云计算实质是一种使用和交付模式,理论上计算能力、存储能力无限,能够更大程度上支持区域内食品安全信息海量化<sup>[10-15]</sup>。

(4)与用户类型、区域、位置相关。个人用户活动范围有限只涉及其活动范围内或者位置距离近的食品信息,食品企业用户期望企业范围内的食品安全各环节均满足要求,管理部门用户期望管理区域内食品安全。

食品安全与物联网相关,其获取食品安全的具体信息包括但不限于食品采集的区域、位置、所属企业、频率、参数的种类及值、食品种类等。其中,区域、位置、所属企业和监控对象等用于控制食品安全针对的对象,同时可以分用户类型监控;频率,用于控制监控的时间间隔;参数的种类及值从不同的角度(如温度、湿度、光照等)监控食品安全的状态。

食品安全与三网融合环境相关,在于用户获取食品安全结果时网络、终端等,包括但不限于所使用的网络和位置,部分情况下可能需要根据位置,利用最优化的算法寻找三网融合环境下终端接入云的路径等。所使用的终端,包括但不限于终端的计算能力、可用存储空间、网络能力、输入输出能力、能够支持的格式参数,其中计算能力和格式决定了终端能够接收的信息,计算能力往往是固有的,很难提高;但格式往往是终端

成型后可以安装软件再使用的,其可以随需要而安装和卸载。可用存储空间,实质是终端能够使用的存储空间的大小,一个终端其往往能够存储一定容量的信息和资源,但是有限。一方面其直接决定了能接收的信息所占有的存储空间,另一方面其根据终端存储空间是可以通过删除软件、信息和数据提高可用存储空间大小的,同样也可以通过压缩、只接收部分信息等方式和策略提高可用存储空间使用的效率。输入输出能力,主要涉及视觉、听觉、触觉几个方面,其中输入主要涉及触觉,而不同的终端输入方式不同,如PC往往使用键盘,平板电脑往往使用触摸屏,手机则两种皆有等;输出方式更不相同,其显示能力能支持的颜色数量、分辨率等往往差别较大,如手机和PC;音频方面采样频率、量化位数、码率等亦不相同。业务和应用的融合,其关键是要将来自于物联网和三网的信息与数据通过三网融合提供给用户并直接使用,其算法可以参考文献[8]。

食品安全与用户类型相关。管理部门所希望获得的信息是其所管辖的食品企业的食品安全信息,具有明显的区域性,而且不同等级的管理部门其管辖范围内可能出现相互重叠、包含,可以利用集合和等级表示;食品企业其关注的是自身企业食品安全的状态,尤其关注其进货、企业自身环节中和售后食品安全状态,其区域性限制在其自身企业中;个人用户,其关心的是其能够接触到的并且希望获得的食品安全信息,一方面涉及到其所容易达到的区域,另一方面涉及到其所关心的企业的信息。

食品安全与位置和云计算相关,食品安全信息和数据海量、多样化,其存储需要采取就近存储的策略,既减少网络传输的流量,又提高各类型用户接收信息的速度,同时还便于管理。同时个人用户由于其活动的范围极其有限,与其活动范围距离远的食品没有意义。

## 2 物联网融合环境食品安全云平台用户需求模型

根据对应用户的研究,提出用户需求模型,其可以表示为:

$$DI = Fu(B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7)$$

其中, $B_1$ 表示用户物联网方面的需求; $B_2$ 和 $B_3$ 表示用户三网融合环境的需求; $B_4$ 和 $B_5$ 表示用户云计算方面的需求; $B_6$ 表示用户区域和位置方面的需求; $B_7$ 表示用户类型方面的需求。

用户物联网方面的需求,其以信息集合的形式存在,是用户获取符合自身需要的食品信息的关键所在。而用户需要观测的食品安全信息往往涉及多个食品企

业,一个食品企业可能涉及多个观测点,一个观测点虽然通常只有一个位置但所涉及到的食品安全参数化信息需要从多个侧面考察实际环境,一个侧面获得的食品安全信息可能有多个不同时间的,而多个不同时间的食品安全信息又可能有符合政策、制度、规定、标准要求的,也有不符合的,此外还需要考虑食品安全从生产到销售的不同环节。因而,用户物联网方面需求可以表示为:

$$B_1 = F(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10} \cdots)$$

其中,  $A_1$  为信息所属的区域,该区域应该按照最小的区域表示以便于管理部门用户对区域的管理;  $A_2$  为信息所属的食品企业,存储信息的时候对不同的食品企业可能采取不同的措施,如对食品安全一向良好的企业只存储短时间的食品安全信息等;  $A_3$  为对应观测点,以编号的形式存在标识对应的观测点;  $A_4$  为观测位置,同时借助射频技术和二维码技术等唯一性地标识商品;  $A_5$  为食品安全监管的侧重角度及其值,如温度值、湿度值、光照值等;  $A_6$  为食品安全监管的时间,个人用户往往需要的是时间非常近的食品安全信息,食品企业需要的时间跨度可能略长,管理部门需要的时间跨度可能更长;  $A_7$  为食品安全监管的食品种类,不同种类生产、存储等环节的环境要求可能不同;  $A_8$  为食品安全监管的政策、制度、标准等,根据食品的种类、环节、时间等不同而不同;  $A_9$  为食品安全监管的对象是否符合区域食品安全要求;  $A_{10}$  为对应的食品生产消费的环节。

用户三网融合环境的需求中,  $B_2$  是用户通过三网融合环境接收的需求,  $B_3$  是用户通过三网融合环境资源的需求。  $B_2$  可以表示为:

$$B_2 = F(D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6 \cdots)$$

其中,  $D_1$  为用户所需经由的网络,如计算机网、电信网、电视网,某些情况下用户可能不只希望只采用单一的网络,而是有时使用一种网络,有时使用另一种网络;  $D_2$  为用户所使用的终端类型,通常情况下终端类型与所使用的网络相结合;  $D_3$  为用户视觉参数需求,如分辨率、颜色数量等,通常在输出时使用;  $D_4$  为用户音频参数需求,如采样的频率、位数等,通常在输出时使用;  $D_5$  为用户触觉参数需求,通常在输入时使用;  $D_6$  为用户获取信息和数据时所需要的其他模态参数,如格式等。

用户获取信息的需求可以表示为:

$$B_3 = F(E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6 \cdots)$$

既可以是食品安全监管信息,也可以是食品安全宣传、报警、处理等方面的信息。

其中,  $E_1$  表示信息内容的侧重点是监管信息,还是宣传、报警、处理等方面的信息;  $E_2$  表示信息所处于

的网络是三网中的哪个网络;  $E_3$  表示信息存储的位置,包括物理地址和逻辑地址;  $E_4$  表示信息或者数据的模态,包括格式、大小等;  $E_5$  表示信息提供者,包括提供者认为该信息可以提供给的对象和权限等;  $E_6$  表示信息内容。

用户云平台需求,关键在于用户使用终端接入云平台,同时使用云平台服务的方式,既要包括用户接入的策略,又涉及使用服务的成本,还包括对服务质量的需求。  $B_4$  为一定策略下成本的需求,其往往希望成本较低,可以表示为:

$$B_4 = F(G_1, G_2, G_3, G_4 \cdots)$$

其中,  $G_1$  为云平台提供的服务策略,服务策略根据用户的类型、权限等可以不同,即使对同一个用户也可能提供不同的策略;  $G_2$  为用户所需的前期成本,主要指构建所需使用的资源而需要的初始资金,其包括获取、部署和管理资源的成本和开销;  $G_3$  为持续成本,即保持和运行资源的开销,主要包含网络使用成本、服务器使用的成本、存储的成本、服务的成本;  $G_4$  为除前期成本和持续成本以外的附加成本,除了扩展和补充财务分析以外通常还需要考虑资本成本、已支付成本、集成成本和锁定成本等。

$B_5$  为一定策略下的服务质量需求,可以表示为:

$$B_5 = F(H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 \cdots)$$

各种指标应该标准化,可以量化,容易获得,同样条件重复测量应获得同一结果。

其中,  $H_1$  为可用性指标,主要指服务持续的时间、运行的时间和故障时间;  $H_2$  为可靠性指标,主要是故障与故障之间的最小时间间隔,以便保证成功响应率;  $H_3$  为性能指标,例如响应时间、交付时间等;  $H_4$  为可扩展性,既要包括容量波动,又要包括响应保证;  $H_5$  为弹性指标,主要包括切换及恢复所需要的平均时间。

用户对于区域和位置的需求,一方面需要能够以集合的方式,利用交、并、补等方式表示区域之间的关系,同时需要将区域按照省、市、区等等级规划从属;另一方面需要将区域和位置相互结合,位置需要以坐标标示,做到精确性。用户对区域和位置的需求可以表示为:

$$B_6 = F(I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 \cdots)$$

其中,  $I_1$  为省级区域的标识,对应于现实中的省、自治区和直辖市,如辽宁、内蒙古和上海等;  $I_2$  为市级区域的标识,对应于现实中的市级,如沈阳、锦州等;  $I_3$  为区、县级区域的标识,对应于现实中的区、县级;  $I_4$  为对应的坐标,一方面可以用经度和维度来标识,另一方面需进一步标识,为区域细节;  $I_5$  为区域和位置内的食品企业。

用户类型需求,对于管理部门用户,其关键是划分

管辖范围,通常情况下是按照管理部门管理的区域和位置查找监管的食品安全企业,直接监管对应的食品安全企业;对于食品企业用户,需要结合区域、位置和坐标,某些情况下需要更精确地规划其范围,或者直接通过物联网观测点的位置来配合使用;对于个人用户,其所需要的通常是平时能够食用的食品,而其活动范围极其有限,因而需要根据食品位置和个人用户的活动范围相结合来判断。

### 3 物联网融合环境食品安全云平台用户模型

#### 3.1 模型描述

基于物联网融合环境食品安全云平台用户需求模型,提出对应的用户模型,如图1所示。其融合了用户类型、区域和位置,包括物联网信息模型、三网融合资源模型、三网融合接收模型、云成本模型、云质量模型以及个人的相关信息。

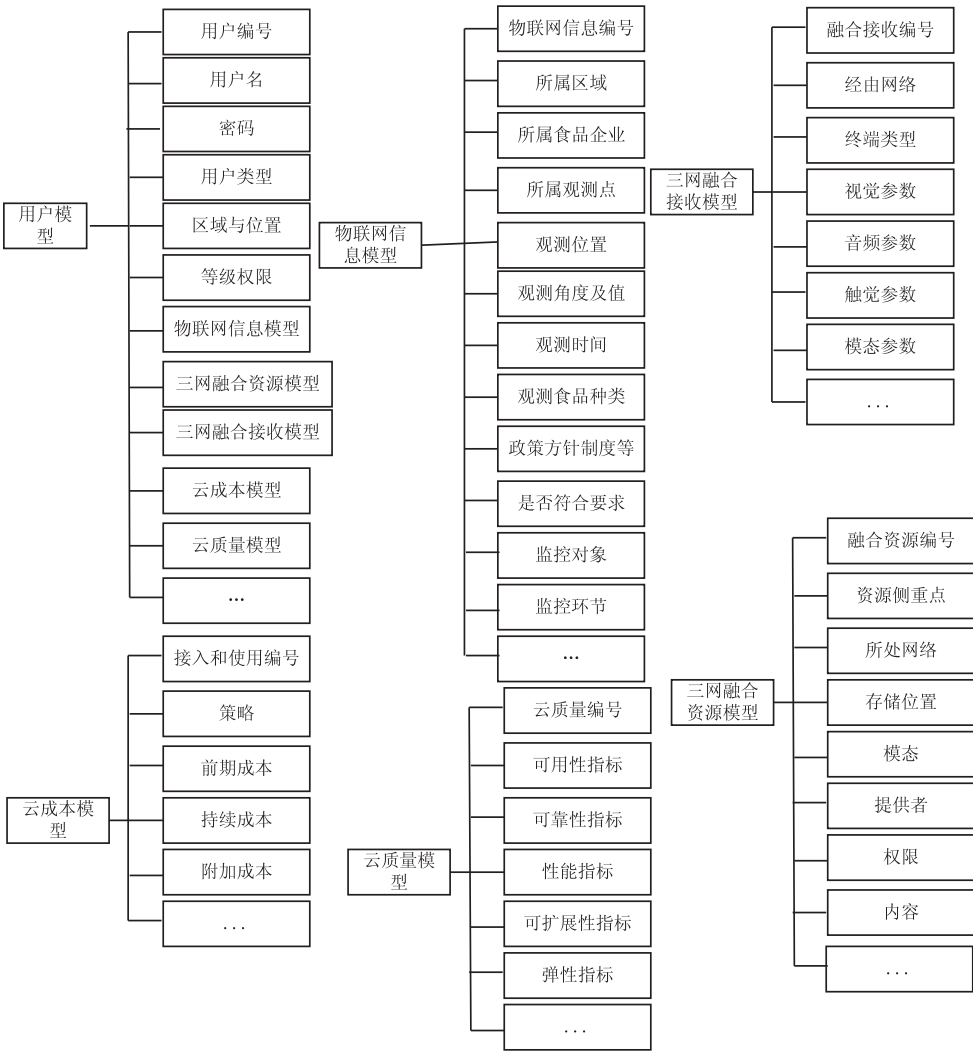


图1 物联网融合环境食品安全云平台用户模型

关于物联网、三网融合环境、云环境以及物联网融合环境食品安全云平台用户需求模型,物联网信息模型对应于用户物联网方面需求即  $B_1$ ;三网融合资源模型和三网融合接收模型对应于三网融合环境下的需求,既包括该环境下资源模型即  $B_3$ ,又包括该环境下食品安全信息接收模型需求即  $B_2$ ;云成本模型和云质量模型对应于用户对云计算的需求,云成本模型对应策略下成本的需求即  $B_4$ ,云质量模型对应策略下服务质量的需求即  $B_5$ 。为了标识信息、状态、质量和成本,以上五个子模型均添加了对应的编号,以便保证各种

信息的唯一性。以上五个子模型中的信息均可以以记录的形式存在,每个子模型可能包含若干记录。

关于用户自身的信息,文中认为:

- (1)用户编号用于唯一性标识用户,以便于区分用户。
- (2)用户名和密码用于用户接入云平台,使用云服务时使用。
- (3)用户类型,分为管理部门用户、食品企业用户和个人用户三类,不同的用户可以使用的信息资源范围、内容和含义可能不同。



(4)区域和位置,当用户不是个人用户的时候按照区域考虑,管理部门考虑其管辖区域,食品安全企业考虑其企业的范围;而个人用户则按照位置距其所在的区域的距离考虑。

(5)等级权限包含两个方面,其一是等级,许多功能是否提供给用户可以根据等级结合用户类型来判断,低等级用户获得低等级的服务,高等级用户既要包含低等级服务又要获得其等级专属的服务;其二是权限,权限是等级的有益补充,低等级用户可以通过开通权限获取高等级的、对应的服务。

五个子模型与用户自身的信息共同组成用户模型,其是一个不可分割的整体,根据不同的用户,用户类型、等级、权限等可能不同,进而五个子模型中能获得的信息和服务也不同。

### 3.2 模型的应用研究

物联网融合环境食品安全云平台用户模型,其应用主要包括:

(1)与融合环境的融合。用户首先利用异构终端通过异构网络连接到云,对于三网融合接收模型来说,其所途经的网络决定了经由网络的参数,其所使用的终端的硬件参数决定了视觉参数、触觉参数和音频参数,终端的软件性能决定了模态参数;而对于三网融合资源来说,其是用户需要、系统能够提供、终端能够接收的信息,其实质是三者的交集。

(2)与云平台的融合。其实际上是接入云平台后服务及其相关内容,成本和质量分别涉及云成本模型和云质量模型。

(3)与物联网环境的结合。其实质是获取第一手的食品安全信息,那么实质的过程应该是首先获取目标位置的信息(根据所属区域、所属食品企业、所属观测点、观测位置结合距离确认信息),然后根据对象的时间(观测时间)针对不同的角度(观测角度及值)监控食品安全,再根据食品安全的政策、制度和方针等结合食品的种类(观测食品种类)和环节(监控环节)对所获取的食品安全数据判断是否符合要求,最后以是否符合要求为依据做出响应。

(4)与用户的结合。其实质是用户先利用终端通过融合环境接入云,然后通过云平台确定希望获取的服务,而服务通常需要以融合环境或者物联网环境的信息和参数实现。

而在用户模型中,首先通过用户名和密码接入系统,并结合终端,获取用户编号和用户的类型,进而确定了用户所需要接收的服务和获取的信息的范围和权限(等级权限),而用户接入云时所使用的终端则在一定程度上确定了三网融合接收模型和三网融合资源模型。

### 3.3 模型的初始化与完善

文中认为用户模型的信息可以分为用户基础信息、物联网融合环境信息和云平台信息三个不同的组成部分。对于用户基础信息,其可以通过用户注册时提供、侧面调查研究、利用大众化特征等方式获取,完善主要是对用户所在区域的确认和个性化信息的获取,对个人用户可以根据终端所在位置结合距离确定区域,食品企业用户根据自身实际情况即其企业实际范围、位置等确认区域,管理部门用户可以根据自身管辖范围设置区域;对于个性化特征的完善与补充则可以利用机器学习重估和修正参数以便通过动态反馈过程实现。对于物联网融合环境信息,其可以根据原有信息和数据初始化信息,根据新获取的信息和数据完善与补充。云平台信息,则需要根据云平台实际所能提供的服务初始化和完善。

## 4 结束语

为了将食品安全与物联网、三网融合环境、云平台相结合,获取实时的食品安全信息和数据,通过三网融合环境将信息和结果提供给用户,同时实现区域性、等级性,更大程度上为食品安全信息化服务,文中首先研究了对应环境下可以使用的研究成果,其次研究用户,再次提出物联网融合环境食品安全云平台用户需求模型,最后提出对应的用户模型。但文中没有研究对应云平台的具体架构,在以后的研究中将逐步完善。

### 参考文献:

- [1] 温家宝. 2010 年政府工作报告[R/OL]. (2010-03-15) [2010-05-12]. [http://www.gov.cn/2010lh/content\\_1555767.htm](http://www.gov.cn/2010lh/content_1555767.htm).
- [2] 程兴田,王 祺,闫发旭. 农业机械适用性用户调查评价模型研究—基于模糊层次分析法[J]. 农机化研究,2013,35(7):73-75.
- [3] 刘 爽,谭红杨. 农村用户网络信息服务技术采纳模型及实证研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(9):4168-4169.
- [4] 何寿奎,胡明洋. 基于用户需求的农村安全饮水工程契合度评价模型构建[J]. 南水北调与水利科技,2014,12(4):181-184.
- [5] 孙其博,刘 杰,黎 彝,等. 物联网:概念、架构与关键技术综述[J]. 北京邮电大学学报,2010,33(3):1-9.
- [6] 刘东红,周建伟,莫凌飞. 物联网技术在食品及农产品中应用的研究进展[J]. 农业机械学报,2012,43(1):146-152.
- [7] 袁超伟,张金波,姚建波. 三网融合的现状与发展[J]. 北京邮电大学学报,2010,33(6):1-8.
- [8] 王晓明. 三网融合环境区域云数字图书馆构建研究[J]. 计算机技术与发展,2014,24(5):227-230.
- [9] 张龙昌,刘冬升. 三网融合下区域数字图书馆云服务框架

G, 硬盘 4 \* 300 G, 操作系统 Red Hat Enterprise Linux 6.5, 数量 3 台。测试对象二: IBM750, CPU 型号 POW-ER7 3550 MHz, 核数 32C, 内存 256 G, 硬盘 2 \* 300 G, 操作系统 AIX6.1, 数量两台。

4.3 测试结论

如图 3 所示, x86 三节点数据库与小型机两节点数据库相比具有更高的可靠性, 同时在事务处理能力相当的情况下, x86 服务器 CPU 使用率明显低于小型机, 具有更大的性能提升空间。

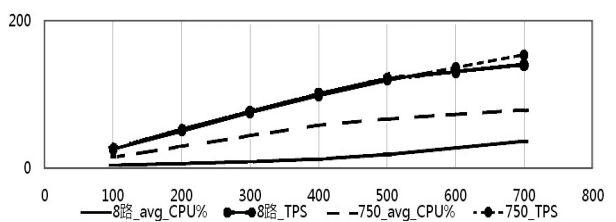


图 3 业务系统 3 节点 8 路与 2 节点 750 性能对比结果

综合分析, x86 服务器替代小型机完全具有可行性, 同时考虑到系统运行的可靠性以及性能要求, 可使用三节点的 x86 架构替代两节点的小型机架构。

5 结束语

文中通过使用国网典型的营销业务应用系统对小型机、一体机、x86 服务器集群分别进行对比研究, 积累了大量实际的应用数据和结果。随后, 进行了业务系统 x86 集群替代测试。研究结果表明, x86 服务器集群的性能对比小型机和一体机差距较小, 且 x86 服务器可以采用横向扩展方式进行性能提升。因此, 采用具有成本低、扩展能力强、灵活度高等优势的 x86 集群技术替代目前的小型机、一体机是企业 IT 建设的发展方向。使用该架构, 可以很好地提升公司在 IT 建设过程中的技术能力, 主动掌握未来 IT 技术发展方向。x86 服务器将被更多地部署在数据中心处理重量级的工作。

参考文献:

[1] 李 丹, 陈贵海, 任丰原, 等. 数据中心网络的研究进展与趋势[J]. 计算机学报, 2014, 37(2): 259-274.

[2] 邓 维, 刘方明, 金 海, 等. 云计算数据中心的新能源应用: 研究现状与趋势[J]. 计算机学报, 2013, 36(3): 582-598.

[3] 王德文, 刘 杨. 一种电力云数据中心的任务调度策略[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(8): 61-66.

[4] 王德文. 基于云计算的电力数据中心基础架构及其关键技术[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(11): 67-71.

[5] 丘群业. 企业私有云计算基础架构研究与设计[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.

[6] 张 宇. 惠普公司小型机集团发展战略研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2011.

[7] 黄 伟, 张 杰. CRM 系统中小型机与 x86 服务器应用对比分析[J]. 电信工程技术与标准化, 2013, 26(6): 83-88.

[8] 张寓琛, 张小芳. x86 服务器虚拟化平台性能测试[J]. 计算机与现代化, 2014(2): 32-35.

[9] 岳峻松, 赵俊峰, 赵 伟, 等. 数据库一体机技术架构解析[J]. 电力信息化, 2013, 11(4): 60-64.

[10] 李宗涛, 罗朝宇, 王福新. 数据库一体机在电网企业数据中的应用分析[J]. 内蒙古电力技术, 2013, 31(4): 63-66.

[11] 储 浩, 吕万里. 云桥数据库一体机在移动业务系统中的应用[J]. 移动通信, 2014, 38(13): 33-37.

[12] 王 聪, 王翠荣, 王兴伟, 等. 面向云计算的数据中心网络体系结构设计[J]. 计算机研究与发展, 2012, 49(2): 286-293.

[13] 葛 亮, 张建华, 余 斌. 智能变电站数据中心及其应用服务[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(24): 54-59.

[14] 赵旭龙. 基于云计算的电信运营商数据中心的发展策略研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2013.

[15] 王会举, 覃雄派, 王 珊, 等. 面向大规模机群的可扩展 OLAP 查询技术[J]. 计算机学报, 2015, 38(1): 45-58.

[16] 彭 璐. 基于数据仓库的 OLAP 中的索引技术研究[J]. 计算机与数字工程, 2014, 42(12): 2325-2330.

[17] 任 堃, 李战怀. 新型 OLTP 数据库系统设计的关键技术及挑战[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2014(5): 31-42.

[18] 黎建辉, 杨风雷, 崔建业, 等. 全球食品安全信息监控与分析云平台架构研究[J]. 计算机应用研究, 2014, 31(8): 2361-2366.

[19] 崔文顺, 张芷怡, 袁力哲, 等. 基于云计算的日光温室群物联网服务平台[J]. 计算机工程, 2015, 41(6): 294-299.

[20] Madoff L. ProMED-mail: an early warning system for emerging diseases[J]. Clinical Infectious Diseases, 2004, 39(2): 227-232.

[21] Yachin D. 2009 M&A overview: cloud computing[R]. [s. l.]: International Data Corporation, 2010.

[22] Vaquero L M, Rodero-Merino L, Caceres J, et al. A break in the clouds: towards a cloud definition[J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2009, 39(1): 50-55.

[23] Arutyunov V. Cloud computing: its history of development, modern state, and future considerations[J]. Scientific and Technical Information Processing, 2012, 39(3): 173-178.