

通用化设备模式的价值潜力分析

孟利民¹, 周献中²

(1. 南京理工大学 自动化系, 南京 210094; 2. 南京大学 控制与系统工程系, 南京 210093)

摘要:首先,指出并分析传统设备与其应用功能之间存在的整体堆积性和时空不变性。根据先进的信息设备应用功能软件化、构件化的思想,提出一种新的,设备与应用功能可互相分离,应用功能构件可重载的通用化设备模式。然后,分析通用化模式的价值潜力的主要方面,归纳出关于通用化模式价值潜力的数学规划。最后,分别利用专家打分法和 MATLAB 非线性约束规划程序包(fmincon),预测、计算并分析通用化模式的价值潜力。

关键词:通用信息设备;通用化模式;应用功能构件;可重载;价值潜力

中图分类号:F424.6;F49 **文献标志码:**A

纵观我们现在所应用的电子设备,它们都是为提供特定应用功能而加以设计、制造。对于现有的这种设备模式(称之为传统模式)而言,使用者需要什么样的功能,就必须购买相应的设备。不仅设备和应用功能部件在结构上是一个整体,不可分离,而且设备的功能很难增减改变。使用者购买这样的设备,意味着要一次性支付全部费用,而无论使用设备功能中的一个或几个,也不管使用多少次或多长时间。传统模式设备的冗余功能、闲置时间,增加了使用者的费用支出,没有给使用者带来任何的使用效益。

文献[1]根据应用功能软件化、构件化的思想,提出一种设备与应用功能可互相分离、应用功能构件可重载的新的通用电子设备结构模式——Make One 模式,研究了支撑设备与应用功能互相分离、应用功能构件可重载的嵌入式容器-构件实现方案,探讨在互联网环境下 Make One 模式的应用服务体系。本文根据构件化软件技术^[2-3]、Web Service 技术^[4]和嵌入式系统技术^[5-7]的发展应用,讨论、分析文献[1]提出的通用化设备模式所蕴含的价值潜力。

一、通用化设备模式及其价值模型

(一)通用化设备模式

收稿日期:2006-04-09

基金项目:国家自然科学基金(70571032);江苏省自然科学基金(2004BK137)

作者简介:孟利民(1962—),男,江苏阜宁人,高级工程师,南京理工大学博士研究生,研究方向为网络信息系统及应用、通信网络管理;周献中(1962—),男,江苏泰兴人,南京大学教授,博士生导师,主要研究方向为信息系统工程、C⁴I系统、智能信息处理。

传统模式设备的典型特点是固定配置、固定功能,具有整体堆积性和时空不变性。在结构上,传统模式设备由公用支撑部件(包括电源、总线、底板、壳体封装等)和固定功能部件、人机交互部件、接口部件等组成。传统设备应用功能依赖相应的功能部件(模块)才能实现。使用者对固定配置设备在应用功能种类、数量、质量上无法选择或改变。我们把传统模式下的这种功能与硬件支撑部件一一对应,并保持结构上一体的特性称为整体堆积性,把设备功能或模块功能不随使用时间、空间变化的特性称为时空不变性。

随着信息技术的发展和应用,提供信息接收、传送、输入、输出、存贮以及数值计算、数据转换、数字娱乐等信息处理、信息应用功能的电子设备已遍布人们工作、学习、生活、娱乐的各个方面。网络 and 软件技术的发展,催生了以 Web Service 应用为基础的信息服务。芯片处理能力和价格的摩尔效应为电子设备应用功能软件化、构件化奠定了物质基础。基于高级语言(如 C/C++/EC++、Java 等)进行嵌入式系统开发已成为新的发展方向,嵌入式系统和个人计算机、小型机之间在开发上的差别正在逐渐消除,软件工程中的很多经验、方法乃至库函数都可以移植到嵌入式系统。文献[8]认为软件联合协

同仿真可以等效于硬件。随着双核、多核系统和多处理器芯片应用于嵌入式设备,更强的数据处理能力,更好的实时性能,使得以往必须由硬件实现的功能,完全可以通过软件来实现。

通用化模式的中心思想是使设备的应用功能软件化、构件化。通过支撑应用的设备实体容器化,实现设备与应用功能的分离,克服了传统模式整体堆积性的不足。通过应用功能软件构件的可重载,实现通用化模式设备的多功能特性,突破了传统模式时空不变性的限制。通用化模式设备的平台化、构件化结构特性决定了设备与应用功能之间,应用功能相互之间可以完全分离,并能对一个或几个领域的应用具有通用性。应用功能构件能随着时间、技术、需求的变化而越来越丰富,越来越完善。不仅如此,应用功能构件的可重载特性,使得使用者可以根据使用的时间或频次,购买真正需要的应用功能构件,并且在一个或几个应用领域内,只需要一台通用化模式设备就能满足使用者的应用要求。

(二) 设备功能价值模型

设模型设备具有 N 个应用功能 $F_i, i = 1, 2, \dots, N, F_i \in F$, F 为该模型设备的应用功能集合。设备预期的效用寿命为 T , 承载应用功能 F_i 的部件(模块)的时间使用费用为 P_i , 则有:

$$C = C_0 + T \cdot \sum_{i=1}^N P_i = C_0 + C_{Fi} \quad (1)$$

式中 C 为模型设备的总费用(价值,下同), C_0 为基本的、公用的物化平台费用, $C_{Fi} = T \cdot P_i$ 是与设备提供应用功能 F_i 相对应的使用费用, C_{Fi} 是各个应用功能使用费用之和。

在传统模式下,一方面,设备的应用功能集合 F 所包含的功能元素的数量、属性不能改变。另一方面, F 中的功能元素之间无法按使用者的要求组合成子集,使用者只能在全部接受和全部放弃两者中选择。由于应用功能与设备、模块不能分离,使用者必须一次性支付全部费用 $C = C_0 + C_{Fi}$ 。而在通用化模式下,拥有通用化模式设备的最低费用是 C_0 , 使用者可以根据需要,分批或逐个获得所需要的应用功能构件的使用授权。显然,从成本角度来看,无论通过光磁介质,还是网络推送,与制造应用功能物理部件或模块的成本相比,复制应用功能软件构件的成本是微乎其微的。

下面将以此模型为基础,讨论通用化模式可能创造的价值潜力。

二、通用化模式的价值来源

在某个或某些应用领域,设传统模式设备的平均购买费用为 C_1 , 社会拥有总量为 Q_1 , 总价值为 $Q_1 \cdot C_1$ 。在通用化模式下,设备的平均购买费用为 C_2 (包含硬件设备和初始的应用功能构件), 为满足与传统模式设备相对应的应用需求,通用化模式设备的社会拥有总量为 Q_2 , 总价值为 $Q_2 \cdot C_2$ 。

(一) 无冗余成本效益

通用化模式节约了传统模式大量冗余和闲置的应用功能成本。在传统模式下,设备有 N 个应用功能,使用者必须一次性支付全部费用。而在通用化模式下,使用者可以根据需要,只购买 n 个功能的永久使用权 $F_i (i = 1, 2, \dots, n)$, 购买 m 个功能的使用权限(时限或频次)为 $TT_j (j = 1, 2, \dots, m)$, 另有 d 个功能不需要 $F_k (k = 1, 2, \dots, d)$, 则 $n + m + d = N$, $TT_j < T_j, j = 1, 2, \dots, m$, T_j 为传统设备功能部件 j 的效用寿命。与传统模式相比,使用者可以节省的费用为

$C = \sum_{j=1}^m P_j \cdot (T_j - TT_j) + \sum_{k=1}^d T_k \cdot P_k$, 即去除不需要的应用功能和功能闲置时间而节省的费用。

一般地,设传统模式设备应用功能的有效需求率为 k_1 (即冗余率为 $1 - k_1$), 应用功能的有效使用率为 k_2 (即闲置率为 $1 - k_2$), 则在通用化模式下,无冗余成本效益为:

$$B_1 = (1 - k_1 \cdot k_2) \cdot C_1 \cdot Q_1, 0 < k_1 < 1, 0 < k_2 < 1 \quad (2)$$

(二) 设备集成效益

在传统模式下,如果使用者所需要的应用功能 $F_j (j = 1, 2, \dots, k)$ 分别由 2 台或更多的设备提供,使用者必须购买所有这些设备,使用者支出的总费用是 $CC_1 + CC_2 + \dots$ 。如果有通用化模式的设备 MM , 它能够对一个或多个领域的应用功能构件具有通用性,可以提供使用者所需要的全部功能 $F_j (j = 1, 2, \dots, k)$, 此时,使用者获得所需要的应用功能的费用是 CM 。相对于 2 台或更多的固定配置的传统设备,把使用 MM 节省的费用称为设备集成效益。

一般地,如果 k 个应用功能至少由 ω 个传统设备 CC 提供,且 $\sum CC_i$ 费用最小。则有:

$$P\{F_j, j = 1, 2, \dots, k | F_j \in F_{CCi}, \text{Min}(\sum CC_i), i = 1, \dots, \omega\} = PM\{F_j, j = 1, 2, \dots, k | F_j \in F_{CM}\}$$

$$C_2 = \sigma \cdot C_1 = CM, Q_1 = \omega \cdot Q_2$$

$$B_2 = Q_1 \cdot C_1 - Q_2 \cdot C_2 = (1 - \sigma/\omega) \cdot C_1 \cdot Q_1 \quad (3)$$

$$\sigma = f(\omega) \quad (4)$$

B2 为设备集成效益。其中 $\sigma > 0$, 称 σ 为通用化模式的设备成本扩大系数, $\omega > 1$, 称 ω 为通用化模式的设备集成系数。 $\sigma = f(\omega)$ 描述 σ 与 ω 之间存在的约束关系。

(三) 时间扩展效益、功能扩展效益和新兴产业效益

随着技术的发展, 设备原有的功能可能不能满足新应用要求, 如应用接口的改变, 新应用的推出, 或者原有应用的升级、提高。在传统模式下, 增加附件、升级或更新都需要购买物化的固件产品, 增加使用成本。当无法满足关联设备接口要求, 无法满足使用者需求的变化时, 传统设备将逐渐被闲置, 直至弃用, 传统模式设备的实际效用寿命远远小于设备本身的物理寿命。在通用化模式下, 无论是应用技术标准的变化, 新应用的推出, 还是原有应用的升级、提高, 都是应用功能软件构件的升级、增加而已, 不需重新购买新的物化固件产品, 实际效用寿命要比传统模式长得多。大量第三方参与应用功能软件构件的开发、测试、认证和服务, 应用功能软件构件产品会越来越丰富、越来越完善, 可以满足使用者的个性化要求。

设传统设备的效用寿命为 T_1 , 通用设备的效用寿命为 T_2 , $\tau = T_2 / T_1$ 。通用设备使用者中接受新应用功能的用户比例为 μ , 通用设备用户为获得的新应用功能构件或升级构件的平均费用系数为 v (与 C_2 相比), 则

$$B_3 = (T_2 / T_1 - 1) * C_2 * Q_2 = (\tau - 1) * C_2 * Q_2, \tau > 1 \quad (5)$$

$$B_4 = \mu * C_2 * Q_2, 0 < \mu < 1 \quad (6)$$

$$B_5 = v * C_2 * Q_2, v > 0 \quad (7)$$

B_3 称为时间扩展效益, B_4 称为功能扩展效益, B_5 称为新兴产业效益。

除了上述五个与功能及应用直接相关的价值来源外, 在通用化模式下, 还有许多因通用化模式而产生的非传统、非直接的价值潜力。如: 因为基于网络和应用功能软件构件而带来的服务价格下降和服务品质提高, 因而获得服务效益; 因为减少设备更新、淘汰而减少资源占用, 减少设备垃圾而获得资源环境效益; 因为可以替代家庭、办公室内的多种设备, 能大量减少设备使用的能源消耗, 减少桌面空间的占用, 减少使用和管理难度, 因而可以获得使用管理效益; 因为可以在真正需要时再购买应用功能构件, 而不是一次性全额支付, 因而可以获得费用支付的

时间效益等等。

三、通用化模式的价值分析

与传统模式相比, 通用化模式能否被用户接受, 通用化模式设备费用的高低, 性能强弱是决定性因素。定义 $P_1 = 1 + \eta * (\sigma + v)$ 作为价格影响因子, η 为价格影响强度系数, $P_2 = 1 + \theta * (\omega + \mu)$ 作为性能影响因子, θ 为性能影响强度系数, $P = P_2 / P_1$ 为性能价值系数。性能价值系数高, 表明通用化模式设备具有相对高的性能价格比, 易为市场和用户接受, 能够创造更大的市场空间。反之, 性能价值系数低, 表明通用化模式设备的性价比低, 市场风险大。设 P_0 为风险价值门限, 当 $P \geq P_0$ 时, $PP = P$, 当 $P < P_0$ 时, 通用化模式的市场成功率低, $PP = 0$ 。

以加法汇总 (2) 至 (7), 并考虑性能价值系数, 通用化模式在以上几方面的总价值潜力为:

$$B = C_1 * Q_1 * [2 - K_1 * K_2 + [\tau - 2 + \mu + v] * \sigma / \omega] * PP \quad (8)$$

设 $BF = B / (C_1 * Q_1)$, BF 表示相对于传统模式的产业总价值, 通用化模式所创造的新的价值潜力系数。

整理以上各式得到 (9), (9) 是带等式、不等式约束和边界条件的非线性规划问题^[9], 鉴于 (3 - 8) 规划问题中只有 k_1 、 k_2 是客观存在, 可以通过调查、抽样等方法进行较为可行的估计, 其它参数的取值范围受到技术、产品、市场和用户行为的深刻影响, 将存在多个可行解。

$$\begin{cases} \text{Max } BF = [2 - K_1 * K_2 + [\tau - 2 + \mu + v] * \sigma / \omega] * PP \\ P = [1 + \theta * (\omega + \mu)] / [1 + \eta * (\sigma + v)] \\ PP = P, P \geq P_0 \text{ 时} \\ PP = 0, P < P_0 \text{ 时} \\ \sigma = f(\omega), \omega \text{ 与 } \sigma \text{ 相关} \\ 0 < k_1 < 1, 0 < k_2 < 1, 1 < \omega, 0 < \sigma, 1 < \tau, \\ 1 < \tau_0 < \tau, 0 < \xi, 0 < \mu < 1, 0 < v, 0 < \eta, 0 < \theta \end{cases} \quad (9)$$

为说明 BF 的有效性, 下面从两方面进行讨论。

首先, 作为一种尝试, 设 $\sigma = f(\omega) = a + b\omega^c$, 采用专家打分的方法对相关参数进行预测 (如表 1), 并在此基础上, 分析参数变化对通用化模式价值潜力的影响。将表 1 中的参数代入 (9), 则 $BF = 2.2$, 也就是说, 如果传统模式的产业总价值为 100, 则采用通用化模式后, 创造的新的价值潜力为 220, 即通用化模式的总价值潜力为 320。

表 1 采用专家打分法的参数预测结果

参 数	k1	k2	τ	μ	ν	σ	ω	η	θ	a	b	P0
预测值	0.8	0.5	1.5	0.5	0.2	1.2	1.5	1	1	1	0.1	1

其次,借助于 MATLAB 的非线性约束规划求解程序包(fmincon)计算(9),表 3 是在 $k1 = 0.8$ 、 $k2 = 0.5$ 、 $\tau = 1.5$ 、 $\mu = 0.5$ 、 $\eta = 1$ 、 $\theta = 1$ 时, σ 、 ω 、 ν 、a、b 在不同取值范围下,满足给定约束条件的最优参数值和 BF 值。

表 2 规划(3-8)在给定参数范围内的最优解

参 数	σ	ω	ν	a	b	σ	ω	ν	a	b	σ	ω	ν	a	b
下限值	1	1	0.2	1.5	0.05	1	1	0.1	1	0.05	1	1	0.2	1	0.1
上限值	3	5	0.2	1.5	0.05	3	5	3	1	0.2	1.2	5	0.2	1	0.1
最优参数值	2.32	2.79	0.2	1.5	0.05	2.6	3.09	0.99	1.5	0.05	1.2	1.39	0.2	1	0.1
BF	2.16					2.43					2.13				

四、结论与展望

通用化模式克服了传统模式的整体堆积性和时空不变性所带来的功能冗余和使用闲置。在通用化模式下,通过应用功能软件化、构件化,实现设备的硬件平台与应用功能相分离和应用功能可重载。由于软件化的应用功能构件能随着技术、需求的变化而越来越丰富,越来越完善,所以,通用化模式设备的应用功能能够随着使用者需求的改变而改变,能有效地延长设备的效用寿命,从而极大地减少设备更新、淘汰。构件化软件技术、Web Service 技术和嵌入式系统技术的发展为通用化模式设备的发展、应用奠定了技术基础。作为信息类应用的可重载(重配置)设备,通用化模式具有巨大的价值潜力和增值业务空间,通用化模式将开创新的设备制造模式、消费模式、服务模式,将能创造网络时代消费及应用服务的新的巨大机遇。

参考文献

[1] 孟利民,周献中. Make One——基于软件功能构件的通用电子设备模式研究[J]. 高科技与产业化,2006(6).

[2] Schmoelzer G, Mitterdorfer S Kreiner, The Entity Container: An Object-Oriented and Model-Driven Persistency Cache [A]. HICSS '05. Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference. System Sciences, 2005.

[3] 林正奎,杨德礼. 软件构件复用技术综述[J]. 计算机工程与设计,2004(6).

[4] 饶元,冯博琴. 新网络体系结构——Web Services 研究综述[J]. 计算机科学,2004(5).

[5] Cmkovic I. Component-based software engineering for embedded systems [A]. ICSE 2005. Proceedings. 27th International Conference. Software Engineering, 2005.

[6] La Rosa A, Lavagno L. Software development for high-performance, reconfigurable, embedded multimedia systems [A]. Design & Test of Computers, IEEE Volume 22, Issue 1. 2005.

[7] 何海,钟毅芳. 复杂实时嵌入式系统建模与设计方法研究[J]. 小型微型计算机系统,2005(4).

[8] S. Yoo, A A Jerraya. Hardware/ software cosimulation from interface perspective [J]. IEE Proc. -Comput. Digit. Tech., 2005,152(3).

[9] 董肇君. 系统工程与运筹学[M]. 国防工业出版社,2003.

The Value Potentiality Analyzing for the Universal Equipment Architecture

MENG Li-min¹, ZHOU Xian-zhong²

(1. Department of Automation, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China;
2. Department of Systems and Control Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract : First , it was pointed out and analyzed that the stacking and the fixing with space-time between equipment and its function in the traditional architecture. Based on the idea of software function component for information equipment , the new architecture was proposed with the equipment and its function to be separated each other and to be reload-able. Second, main respects were analyzed about the value potentiality of the new architecture. Mathematics programming was concluded for the value potentiality. In the end, expert-marks method and MATLAB fmincon were used. One group parameter was predicted. The value potentiality was calculated and analyzed.

Key words : universal information equipment ; the universal architecture ; application function component ; reload-able ; value potentiality