

# 嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计

王 石<sup>1, 2</sup>, 曹文梁<sup>1</sup>, 江务学<sup>1</sup>, 施松新<sup>2</sup>

(1. 东莞职业技术学院 计算机工程系, 广东 东莞 523808;

2. 广东华中科技大学 工业技术研究院, 广东 东莞 523808)

**摘要:** 随着互联网技术的发展, 数字图像处理与优化已普遍应用于各个领域; 近年来集成控制技术快速发展, 图像处理系统已向集成控制方向发展; 通过对现有的图像优化控制系统分析发现, 系统普遍存在嵌入式结构下多模组协调逻辑性欠缺、自动处理识别反馈单元缺失、系统整体控制单元统一性欠佳, 导致传统控制系统无法在嵌入式结构下快速、高效、平稳的运行; 针对这些问题, 提出嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法; 采用 IFCO 嵌入式逻辑数据库、多元数据主控平台、HRG 数据平流稳定模组针对性的解决传统控制系统存在的一系列问题; 通过仿真模拟实验测试证明, 提出的系统设计方法具有处理速度快、数据信号执行准确率高、运行稳定性好的特点。

**关键词:** 嵌入式; 集成化; 自动控制; 图像

## Embedded Structure under the Integrated Optimization of Automatic Control System Design

Wang Shi<sup>1, 2</sup>, Cao Wenliang<sup>1</sup>, Jiang Wuxue<sup>1</sup>, Shi Songxin<sup>2</sup>

(1. Department of Computer Engineering, Dongguan Polytechnic, Dongguan 523808, China;

2. Guangdong HUST Industrial Technology Research Institute, Dongguan 523808, China)

**Abstract:** With the continuous development of Internet technology, image processing, optimization technology progress. Graphics integrated optimization has become a mature technology widely used in various fields. Along with the rapid development of integrated control technology in recent years, image processing system has been moving to integrated control. Optimization control system based on the existing image analysis found that ubiquitous embedded structure module coordination more logical lack, loss of automatic processing recognition feedback unit, the overall system control unit in poor uniformity, traditional control system in the embedded system under rapid, efficient and smooth running. Aiming at the problems above, this paper puts forward an embedded structure under the integrated optimization of automatic control system design method. By IFCO embedded logical database, multivariate data master control platform, HRG advection stability module for a series of problems of the traditional control system. Through the simulation experiment proves that the proposed integrated optimization under the embedded structure of automatic control system design method, has the processing speed and data signal features of high accuracy and good stability.

**Keywords:** embedded; integration; automatic control; image

## 0 引言

随着近年来联网技术的不断创新发展, 多种新型技术被广泛应用于生产实践中, 为生产力的提升注入了新的活力。图像作为一种数据信息存储的一种形式, 可以真实保存特定时间点下的可见实物状态, 为此, 图像成为各个研究领域必不可少的数据载体之一。由于多种因素的制约, 数字图像经常出现清晰度不佳、雾化、虚影等问题, 需要对其进行优化处理, 传统的优化系统的控制系统在嵌入式网络下存在多模组协调逻辑性欠缺, 致使处理单元间信号调度相应出现延迟<sup>[1-2]</sup>, 影响处理速度与准确度; 自动处理识别反馈单元缺失<sup>[3-4]</sup>, 无法对微数据指令自行处理, 进一步降低处理准确

性; 系统整体控制单元统一性欠佳<sup>[5-6]</sup>, 导致图像处理成功率降低, 严重影响系统稳定性。

针对上述问题, 提出嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法。采用 IFCO 嵌入式逻辑数据库, 对不同条件环境下的指令逻辑进行整合处理, 通过网络大数据 FNA-DA 算法, 快速定位问题逻辑链, 准确对其进行修正运算处理, 保证系统底部数据逻辑准确性<sup>[7]</sup>; 采用多元数据主控平台, 通过数据整合技术对数据进行信号统一处理, 利用 NUFAE 算法准确对信号内数据进行分配调度, 达到微数据处理的零误差; 最后, 通过 HRG 数据平流稳定模组内部的 BDZ 动态信号误差检测算法与 WKDN 信号修正算法对控制系统整体进行信号处理追踪检测, 达到错误处理实时反馈校准的目的。通过上述三大模组, 彻底解决传统控制系统存在的嵌入式结构下多模组协调逻辑性欠缺、自动处理识别反馈单元缺失、系统整体控制单元统一性欠佳等一系列问题。

通过对提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法进行仿真模拟测试证明, 提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法, 具有处理速度快、数据信号执行准确率高、运行稳定性好的特点, 满足日常生活工作要求。

收稿日期: 2017-03-29; 修回日期: 2017-04-28。

基金项目: 广东省科技项目专项资金资助 (2016A010106001、2013B090600131); 广东省制造装备数字化重点实验室专项资金资助 (2011A060901026)。

作者简介: 王 石 (1977-), 男, 湖南湘阴人, 硕士, 副教授, 主要从事智能优化算法与软件、制造物联网等方向的研究。

1 嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计

1.1 IFCO 嵌入式逻辑数据库创建

在嵌入式结构下为了满足数据控的架构稳定性与兼容性,采用与外围系统环境相一致的嵌入式方式进行数据库搭建。通过互联网协议创建底层专用访问端口,对方向权限进行最高级别绑定处理,到达保证底部数据访问安全的目的。在数据库架构中,通过 IFCO 嵌入式逻辑数据库中的 FNA-DA 算法对数据库的各个执行层进行调度控制。FNA-DA 算法分为三层处理式,FPN 处理式,负责 IFCO 嵌入式逻辑数据库的底层架构运行稳定性,保证 IFCO 嵌入式逻辑数据库的稳定性;NAN 处理式,负责 IFCO 嵌入式逻辑数据库中层数据处理调度运算,保证 IFCO 嵌入式逻辑数据库运算过程的平稳、准确;DAN 处理式,负责 IFCO 嵌入式逻辑数据库外层数据交互运算,实时对控制系统逻辑体进行特征逻辑链运算处理,达到精准定位错误逻辑链位置的效果。由此构建起完整的 IFCO 嵌入式逻辑数据库。通过 IFCO 嵌入式逻辑数据库对传统控制系统存在的多模组协调逻辑性欠缺问题进行解决。

1.1.1 FPN 处理式

FPN 处理式是 IFCO 嵌入式逻辑数据库创建中 FNA-DA 算法的底层算法,担负着数据库整体架构的稳定性处理任务。利用权限最高绑定式进行编写,保证了算法自身的安全性,便于获取运行架构过程中所需的任何权限。同时,在 FPN 处理式中添加的网络交互端口创建命令算法,可以快速创建网络交互通道,实现与网络运算平台对接的目的。通过 FPN 处理式对 IFCO 嵌入式逻辑数据库底层所有架构代码的运算调度,实现数据库的逻辑性严谨与稳定。FPN 处理式的运算关系式如下所示。

$$FPN = \frac{\sum x^{\infty} \Rightarrow xp_n(port/*.*.*.*)}{\prod x(\bigcap p^{\neg} \rightarrow ADD)^{\infty}} \quad (1)$$

FPN 处理式的运算关系式中, $x$  为数据库架构整合系数; $p$  为数据库权限系数量; $*$  为数据库端口地址数, $x, p$  满足  $x \infty(p \uparrow) \neq 0, p \not\subset x$ , 当  $p=0$  时,代表数据库架构运行所需权限为开放式,此时  $x$  取值必须大于 0;当  $p=1$  时,代表数据库架构运行所需权限为最高权限,此时  $x$  取任意值,不受影响。

对 FPN 处理式进行稳定性仿真测试,测试采用随机发送 10 组架构稳定性冲击数据对 FPN 处理式的运算稳定性进行测试,稳定处理时间为 0.3 秒,通过 6 组为合格,具体测试参数如下所示。

表 1 FPN 处理式稳定性仿真测试

组数	处理时间 (s)	合格项
1	0.16	✓
2	0.18	✓
3	0.3	✓
4	0.11	✓
5	0.13	✓
6	0.31	×
7	0.14	✓
8	0.20	✓
9	0.31	×
10	0.1	✓

通过上述表 1 测试数据证明,FPN 处理式在数据库底层架构运算处理性能方面,具有运算独立速度快、稳定性好、抗冲击性强的特点,满足设计要求。

1.1.2 NAN 处理式

NAN 处理式是 IFCO 嵌入式逻辑数据库创建中 FNA-DA 算法的中层算法,担负着数据库对交互数据的运算处理,是 IFCO 嵌入式逻辑数据库创建中 FNA-DA 算法的核心算法。通过与底层算法的键值引入,达到算法间的融合兼容,同时,通过对逻辑键值的动态调整,到达获取运算过程中所需权限的效果。NAN 处理式采用架构进程注入方式编写,由底层架构 FPN 处理式进行计划任务启动,充分保证数据库运算状态下 NAN 处理式稳定运行,又能在数据库休眠状态下动态关闭 NAN 处理式,节约数据库运行资源。NAN 处理式运行过程中,可对获取的外围交互逻辑数据进行数据资源比对运算处理,通过底层创建的网络通道,快速在网络数据资源中获取匹配方案,瞬态将运算结果反馈给外层运算式。NAN 处理式的运算关系式如下所示。

$$NAN = (b/keyvalue * n) \frac{\sum_{\min} b^{\vee} \rightarrow prot}{\prod_b (n \xrightarrow{\max} \vec{b})} \quad (2)$$

NAN 处理式的运算关系式中, $b$  为交互逻辑数据的集合; $n$  为数据库资源比对数据量集合,且  $b$  与  $n$  满足下列条件, $n \neq b, b \triangleright n, b \neq 0$ ;当  $n=0$  时,表示数据库内无匹配资源,此时  $b$  满足  $b > 1$  且  $b_{\min} \Leftarrow n_{\max}$ ;当  $n > 0$  时,代表数据库内有匹配数据源,此时  $b$  可为任意值。

对 NAN 处理式进行运算准确性仿真测试,测试设置 20 组错误逻辑项,在 10 秒的测试时间内完成并正确运算 15 组则为通过,具体测试参数如下所示。

表 2 NAN 处理式运算准确性仿真测试

组数	处理时间 /s	错误逻辑位置	运算结果匹配项
1	0.16	Dfcvs/fvx/df/e	✓
2	0.18	Df-df/dfs/fs/	✓
3	0.3	Df/g/df/h/hdzc	✓
4	0.11	Nfg/fg/mic/yd/x/	✓
5	0.13	/df/df/ert/min	✓
6	0.31	Df/gbg/bhc	✓
7	0.14	Xv/h/mc/nc/	✓
8	0.20	Int/main/int/argc	✓
9	0.31	Const/charchar/argv	✓
10	0.1	hkey_classes_root \ clsid	✓
11	0.64	shell \ OpenHomePage \ Command	✓
12	1.24	property/nonatomic/assign/int/amoun	✓
13	0.91	Hkey/local/machine/sof/	×
14	0.14	Hdsa/nd/opfm/bxa	✓
15	1.42	Mfv/fdvs/db/vsd/vbhtt/	✓
16	0.23	Ughf/hd/trdb/sr/b	×
17	0.67	Fg/bd/bse/m/bd/ Fg/fhj/rgnd/bd/rg	✓
18	0.42	Fdnd/bdf/fjbdds/ny/g-gdg	✓
19	0.21	Rt/g/htteh/dsf/jrt/	✓
20	0.45	Jr/t/se/d/hey/ffbd/dfd/tu/er-ht	×

通过上述表 2 测试数据可以充分证明,在测试时间内 NAN 处理式具有运算速度快、处理准确度高、稳定性好的特点,整

体测试合格,能够按照设计要求完成数据处理运算任务。

### 1.1.3 DAN 处理式

DAN 处理式是 IFCO 嵌入式逻辑数据库创建中 FNA-DA 算法的外层算法,担负着对数据库外围系统逻辑运行错误检测与采集处理运算,是 IFCO 嵌入式逻辑数据库创建中 FNA-DA 算法的执行性算法。DAN 处理式采用触发式代码进行编写,通过对系统逻辑的执行代码特征进行提取注入,由 NAN 处理式触发启动,使 DAN 处理式在检测系统逻辑运行过程中,达到快速识别异常逻辑链位置并对其进行修正的目的。作为 NAN 处理式的辅助处理式,DAN 处理式能够大大提升错误逻辑链位置定位的准确性。DAN 处理式的运算关系式如下所示。

$$DAN = \sum_i < \text{menclose notation} = \text{horizontalstrike}' > \begin{matrix} T \\ < / \text{menclose} > \end{matrix} \left[ \frac{\vec{t}}{\phi(m^\infty \Rightarrow t)} \right] \rightarrow \left| \frac{m \sum m^{-1}}{T \rightarrow t_{shix}} \right|^\infty \quad (3)$$

DAN 处理式的运算关系式中, $T$  为传统系统逻辑错误集合量; $m$  为错误特征系数量; $t$  为错位位置定位修正量集合量; $T, m, t$  满足  $T \subset m \subset t, T \neq 0$  且  $m \neq t > 0$ 。

至此,提出的入式结构下集成优化自动控制系统设计方法中的 IFCO 嵌入式逻辑数据库创建全部完毕。

为证明提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法中的 IFCO 嵌入式逻辑数据库,能够解决传统优化系统的控制系统,在嵌入式网络下存在的多模组协调逻辑性欠缺,无法准确定位修正错误逻辑的问题,采用仿真实验对其进行测试。测试对比嵌入式结构下传统控制系统与采用 IFCO 嵌入式逻辑数据库的控制系统在系统错误逻辑检测与修正方面的性能数据,具体参数如下所示。

表 3 IFCO 嵌入式逻辑数据库错误检测修正性能测试

测试项目	嵌入式结构下传统控制系统	采用 IFCO 嵌入式逻辑数据库的控制系统
算法稳定性	差	较好
逻辑错误识别率	71%	99.9%
错误位置定位准确率	67%	99.9%
错误逻辑链定位处理时间	16 s	800 ms
错误识别最快响应时间	6.8 s	480 ms
错误逻辑修复处理时间	无修正功能	500 ms
错误逻辑修复成功率	无	100%

通过上述表 3 的对比数据可以充分证明,提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法中的 IFCO 嵌入式逻辑数据库,能够解决传统优化系统的控制系统,在嵌入式网络下存在的多模组协调逻辑性欠缺,无法准确定位修正错误逻辑的问题。测试数据表明,IFCO 嵌入式逻辑数据库具有逻辑错误定位速度快、错误逻辑修复准确率高特点,从根源改善了多模组间的逻辑协调性问题。

## 1.2 多元数据主控平台创建

提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法针对传统控制系统在嵌入式结构下存在的无法对微数据指令自行处理,致使图像优化处理过程出现误差,导致图像优化

控制失常,图像优化失败的问题,采用 NUFAE 算法对其进行微数据信号波纳频增益处理,在保证原有信号数据完整度的前提下,提升微数据信号波纳频位数,增加原有微数据信号接收感应面积,达到准确接收微数据信号的目的。

为了使多元数据主控平台能够实时对嵌入式结构下图像处理系统内部指令数据的准确识别、调度、控制,提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法中,多元数据主控平台创建的主体 NUFAE 算法将采用集成化方式进行创建。将 NUFAE 算法集成于图像处理系统内部主进程下二级菜单中,通过图像处理系统自身启动机制自行启动,以插件形式出现于图像处理系统的主界面的设置栏内。通过与图像处理系统主进程的对接,到达图像处理过程的全程信号数据监控,通过 NUFAE 算法自身对微数据信号的预载处理特性,对主程序数据进行影像复制,模拟运算处理,针对处理过程中出现的丢失数据信号进行信号波纳频增益运算处理,达到快速补偿确实信号位数据的效果。

同时,NUFAE 算法设计中添加了能够对数据自动处理的 NFA 动态执行算法作为辅助子算法,NFA 动态执行算法能够对 NUFAE 算法所处理的数据进行自动执行处理,实现嵌入式结构下对数据信号识别、调度、控制的自动化处理效果。

NUFAE 算法采用集成化程度较高的 hadoop 架构进行编写,将子算法一同注入图像处理系统的主进程,利用数据库反编译代码与图像处理系统内部核心数据库进行对接,到达算法编码的合法性运行权限获取。NUFAE 算法关系式与 NFA 动态执行算法关系式如下所示。

NUFAE 算法关系式:

$$Fl = injection W \rightarrow \frac{r}{v} \frac{m' \nabla \oint (v^\infty \sum m'_{shix})}{m' \sum_{m'} \forall \Rightarrow v_{perform}} \quad (4)$$

NUFAE 算法关系式中, $W$  为图像处理系统内部数据指令源系数集合; $r$  为正确指令集合量系数; $v$  为异常指令集合量系数; $m'$  为微数据波纳频增益电位数;其中, $W$  为常量,满足  $W \neq 0$  且  $W > 0$ ; $r, v$  满足  $r \neq v \neq 0$  且  $\frac{r}{v} > 0 < W$ ; $m'$  满

$$足 r = \frac{shix W}{\oint m' \rightarrow v_{max}}。$$

NFA 动态执行算法关系式:

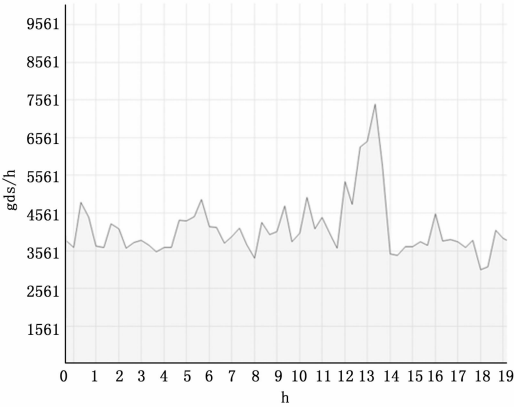
$$F\epsilon = \prod_{shix} M \left[ \frac{v^\infty \Rightarrow \hat{m}}{r_{m-v} \oint (w \rightarrow correction(m))} \right]^\forall \quad (5)$$

NFA 动态执行算法关系式中, $w$  为图像处理系统内部数据指令源系数集合; $r$  为正确指令集合量系数; $v$  为异常指令集合量系数; $m$  为微数据波纳频增益电位数; $M$  为动态指令执行系数量;其中, $M$  满足  $M > 0$  且  $M = \frac{m}{v} \cap (\sum m^\infty v \forall)$ ; $w$  为常量,满足  $w \neq 0$  且  $w > 0$ ; $r, v$  满足  $r \neq v \neq 0$  且  $\frac{r}{v} >$

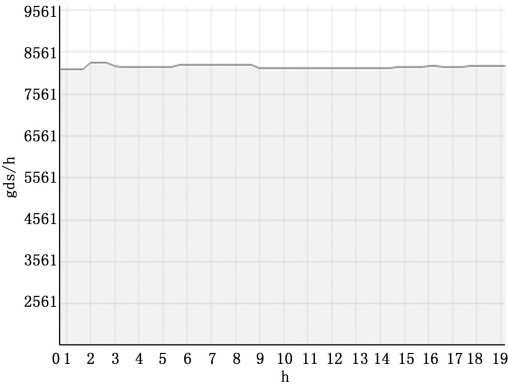
$$0 < W; m \text{ 满足 } r = \frac{shix w}{\oint m \rightarrow v_{max}}。$$

至此,提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法中多元数据主控平台创建完毕,对其进行微数据信号识别处理准确性仿真模拟测试,测试采用对比数据方式进行,

对连续性测试结果生成曲线图进行对比, 并给出测试结论, 具体参数参数如下图所示。



(a) 传统控制系统微数据处理性能曲线



(b) 采用多元数据主控平台后微数据处理性能曲线

图 1 传统控制系统与多元数据主控平台  
对微数据信号处理性能对比曲线

通过上述图 1 (a) 与图 1 (b) 的测试曲线, 可以清晰看出, 采用多元数据主控平台的微数据处理曲线性能远远高于传统控制系统, 同时, 在稳定性方面远远优于传统控制系统, 因此, 可充分证明提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计中多元数据主控平台具有微数据信号识别率高、处理速度快、信号处理准确率高、整体稳定性好的特点。

1.3 HRG 数据平流稳定模组创建

针对传统控制系统设计中存在的系统整体控制单元统一性欠佳, 导致的图像处理系统运行过程中整体控制信号处理准确度降低, 回馈信号接收率失常, 后续运算力不足的问题, 提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计中采用 HRG 数据平流稳定模组进行处理系统多单元处理模组间的信号追踪监测与动态信号修正处理。通过内部的 BDZ 动态信号误差检测算法与 WKDN 信号修正算法构建起完整的系统运行状态监控体系, 达到实时检测, 即查即纠的效果。

HRG 数据平流稳定模组中的 BDZ 动态信号误差检测算法采用内嵌式外围数据异常触发机制进行设计编写, 通过对图像处理系统的运行机制导入, 使 BDZ 动态信号误差检测算法具有识别图像处理系统运行过程中正常数据信号与异常信号的功能, 当异常数据产生时, 图像处理系统内部逻辑日志会

自动进行异常记录, 异常记录自动触发 BDZ 动态信号误差检测算法对其错误数据进行特征体数据流抑制处理, 达到稳定数据, 阻止错误数据扩张的效果。BDZ 动态信号误差检测算法的运算关系式如下所示。

$$\bar{xz} = \bigoplus_i (j^{i/d}) \frac{\sum_{\max} \left( \sqrt{k^* \rightarrow a j_{\min} \frac{k^\infty}{x \rightarrow i}} \right)}{i \prod_x (jk \rightarrow x_{\min}^{i-i})} \tag{6}$$

BDZ 动态信号误差检测算法的运算关系式中,  $i$  为异常数据流位置坐标系数集;  $j$  为图像处理系统内部的异常数据信号源动态值范围;  $d$  为异常数据扩散速度总值;  $a$  为异常数据抑制稳定系数;  $k$  为异常数据阻止系数浮动值范围;  $x$  为异常数据特征量近似系数值集合; 其中,  $i、j、d$  满足  $i > 0, j > 0, d \geq 0$  且当  $d = 0$  时, 代表异常数据扩散已被阻止, 此时  $i$  代表的限制量失效,  $j$  为任意值;  $a、k、x$  满足  $a \neq k \neq x \neq 0$  且  $a \bigoplus$

$$(x < malignmark / > k) = \frac{k^{\infty \rightarrow x}}{x \rightarrow x} k_{dix}。$$

WKDN 信号修正算法与 BDZ 动态信号误差检测算法为同组关联性算法组, 通过上述 BDZ 动态信号误差检测算法处理结果的反馈信号自发性启动, 利用自身集成权限代码, 获取数据修正写入所需权限, 通过逻辑数据库中层 NAN 处理运算的处理信号指令引导, 对错误数据信号进行动态修正处理, 到达提升自动控制系统稳定性与控制精准度的效果。WKDN 信号修正算法的运算关系式如下所示。

$$\begin{aligned} < menclose notation = horizontalstrike' > \\ & k \\ < /menclose > \\ t = \sqrt{c^3} A \left( z? \bigoplus h^{-z} \right) \rightarrow \cap z \left( hc_{\min} \right) \end{aligned} \tag{7}$$

WKDN 信号修正算法的运算关系式中,  $c$  为误差数据反馈信号值;  $z$  为逻辑数据库处理执行回馈值偏差量;  $h$  为修正量浮动系数范围; 其中,  $c、z、h$  满足下列条件,  $c \neq z$ , 且  $c > z, z \subset h, h \sum h^\infty < \bigoplus z < malignmark / >$ ; 当  $h = 0$  时, 代表 WKDN 信号修正算法处于休眠状态, 图像处理系统运行控制系统未发现异常, 此时控制系统运行平稳; 当  $h > 0$  时,  $c、z$  限制条件生效。

至此, 提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法中的 HRG 数据平流稳定模组创建完毕。

2 实验与结论

对提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法进行仿真模拟测试, 仿真模拟测试配置如下: 仿真实验测试对象: 传统控制系统与提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统; 仿真测试环境设置: 嵌入式结构环境下; 测试内容: 对比二者在测试环境下的整体控制性能; 测试环境系统平台配置: Windows10, 64 bit 测试平台硬件配置: CPU 7700 k, 内存 DDR4, 8 G 硬盘 5 400 转 2 TB, 具体测试参数如下所示。

通过上述表 4 中传统控制系统与提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统性能对比测试数据可以看出, 提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法具有微数据信号控制识别率高、控制准确率高、连续控制稳定性好、整体资源开销小的特点, 整体性能远高于传统控制系统, 满足日常

表 4 传统控制系统与提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统性能对比测试

测试项目	嵌入式结构下传统控制系统	嵌入式结构下集成优化自动控制系统
瞬态数据信号感应时间	967 ms	较好
瞬态数据信号感应成功率	67.1%	99.9%
微数据信号控制响应时间	1.4s	99.9%
微数据信号控制处理时间	6.9 s	1.2 s
连续性信号回传控制性能	差	良好
信号处理自动响应率	无修正功能	470 ms
多模组信号兼容性	一般	良好
系统整体运算平稳性	差	较好
系统整体信号数据运算准确率	76.1%	99.9%
整体运行资源开销占有率	47.6%	11.4%

控制系统应用要求。

3 结束语

针对图像处理系统中采用的传统控制系统存在的问题，提出了嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法，通过采用 IFCO 嵌入式逻辑数据库、多元数据主控平台、HRG 数

(上接第 123 页)

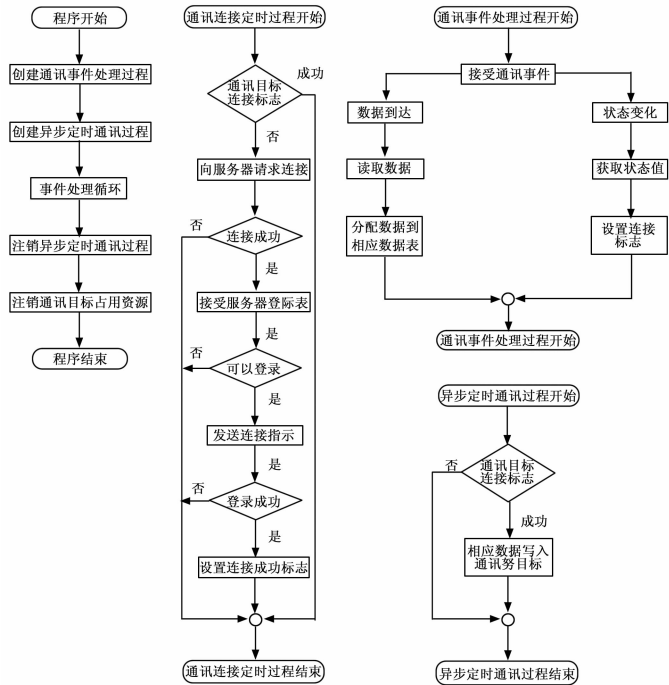


图 6 客户机网络通讯流程示意图

自动控制和手动控制；系统图示界面在图示化试车台结构的基础上将试验关键参数同时显示。

5 试验结果与分析

测控系统设计完成后在某型直升机传动系统减速器试车台和离合器试车台分别进行布置，并按照测控系统设计原则进行试验验证。具体试验结果如下：

- 1) 数据通讯速率高，无延迟、数据丢失现象；
- 2) 系统程序逻辑合理，线程优先级可在线设置；

据平流稳定模组对传统控制系统存在的一系列问题。通过仿真模拟实验测试证明，提出的嵌入式结构下集成优化自动控制系统设计方法，具有处理速度快、数据信号执行准确率高、运行稳定性好的特点，为控制系统的未来发展与研究提供了新的设计思路。

参考文献：

[1] 赵理. 以嵌入式控制器为基础的自动控制系统的设计与实现[J]. 电子测试, 2015, 10 (10): 15-17.

[2] 侯立功, 刘全胜. 基于嵌入式控制系统的连续清洗生产线设计[J]. 自动化与仪表, 2015, 30 (5): 65-68.

[3] 黄建. 基于 ARM 的嵌入式多轴伺服运动控制器设计与实现[J]. 电器与能效管理技术, 2015, 5 (2): 73-77.

[4] 闫纪弛. 基于 DSP 的电力配电网自动化控制系统的优化设计[J]. 科技创业月刊, 2016, 29 (12): 133-134.

[5] 曹英培, 徐文波, 林家儒. 基于 Xilinx Zynq 的嵌入式系统的 BOOT 方式探究[J]. 2015.

[6] 杨旭, 汤永福, 孟宪元, 等. 基于 Zedboard 的嵌入式自动调谐系统设计[J]. 测控技术, 2014, 33 (9): 84-86.

[7] 宋涛, 于存贵, 苏腾腾, 等. 基于单片机的液压油箱自动散热系统设计[J]. 电子设计工程, 2016, 24 (7): 132-134.

3) 数据采集、处理、显示、存储等功能完备；

4) 具备完善的安全保护处理机制和信息提示，报警提示、故障处理等功能可靠有效；

5) 提供在线配置功能，增减通道或设备无需修改程序，满足不同试验对象的测控需求。

通过在不同试车台上长时间的运行调试，系统稳定可靠，功能指标均满足设计要求。

6 结论

直升机传动系统试车台测控系统设计不仅满足了传动系统试车台建设的要求，且可以在不同规模结构、测试类型和试验方法的试车台上移植使用，大大降低了程序设计人员的工作强度，提高了工作效率，减少了试车建设及适应性改造的周期和难度。与传统测控系统相比具有更高的通用性、灵活性和可维护性。本测控系统已在某型直升机传动系统减速器、动力轴及离合器等试车台布置使用，运行稳定可靠，使用维护方便，满足各试车台的设计要求，取得了令人满意的效果，为直升机传动系统型号研制发挥了重要的作用。

参考文献：

[1] 丁文强. 先进的直升机传动系统技术应用研究[J]. 航空科学技术, 2013 (2): 7-10.

[2] 冯磊, 王士一, 徐秀波. 直升机齿轮传动中振动、噪声及诊断技术研究[J]. 装备制造技术, 2012 (12): 17-19.

[3] 刘锴, 周海. 深入浅出西门子 S7-300PLC. 西门子(中国)有限公司自动化与驱动集团[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.

[4] National Instruments Corporation [EB/OL]. <http://www.ni.com>.

[5] Johnson G W, Jennings R. 吴嘉澎, 陆劲坤, 译. LabVIEW 图形编程[M]. 北京: 北京大学出版社, 2002.

[6] 宋敦波. 基于 Labview 的工业现场测控系统设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2010 (7): 1528-1530.

[7] 赵志峰, 杨邵鸿. 西门子 S7-300 系列 PLC 与 PC 机通信应用[A]. 第七届(2009)中国钢铁年会论文集(下)[C]. 2009.