

一种快速的滞后环节仿真程序

许 备 祥

(化工与生化工程系)

摘 要

本文指出惯用的纯滞后环节数字仿真程序中,严重影响仿真速度的原因——数据平移操作,並为此提出了新的仿真程序,它避免了数据平移操作,从而显著地提高了数字仿真的速度。

关键词 数字仿真, 时滞系统, 仿真速度

一、问题的提出

在时滞系统的数字仿真中,经常要用纯滞后环节的数字仿真程序,这个纯滞后环节的仿真速度决定性地影响整个系统的仿真速度。许多资料介绍的纯滞后环节的数字仿真方法,由于其中存在内存数据的平移操作,严重地影响了它的仿真速度。

本文在分析和实验的基础上,提出了一种新的纯滞后环节的数字仿真方法,它避免了费时间的数据平移操作,因而可有效地提高纯滞后环节乃至整个系统数字仿真的速度。

二、新程序的原理和实现

对于滞后环节,如图1所示,其中, S 为拉氏变换算子; $y(s)$ 、 $u(s)$ 为环节的输出、输入; τ 为滞后时间。

在 τ 是计算机采样周期 T 的整数倍,即 $\tau = h_0 \cdot T$ (h_0 是整数)时,惯用的纯滞后环节数字仿真的方法是,在计算机内存中设置

一个内存区域,以存放输入 u 过去的采样值 $u(k-h_0)$, $u(k-h_0+1)$, \dots , $u(k-1)$, 这个内存区域占有 (h_0+2) 单元,如图2所示。每次计算时,先将该时刻输入 $u(k)$ 存入 (h_0+1) 单元中去,然后从第1单元取出数据作为该时刻的输出 $y(k)$ 。最后,各单元数据向左平移一次,再次重复上述步骤。

每一次计算的操作顺序是“存入—取出—平

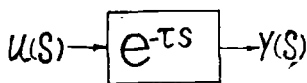


图 1

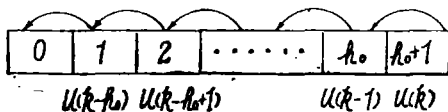


图 2

本文1989年3月8日收到。

移”。显然，经过 h_0 次操作后，从第1单元取出的即为该时刻前 h_0 个周期的输入，这样就得到输出滞后于输入 h_0 个周期的仿真。

在使用上述滞后环节仿真方法进行时滞系统的仿真时，发现纯滞后环节的仿真速度慢，极大地影响了整个系统的仿真速度。尤其在 τ 值大而采样周期短、即 h_0 值大时，计算机做上述向左平移操作时颇费时间，影响仿真速度的程度更为严重。

为了加快仿真速度，必须避免上述的平移操作。为此，设计并使用了一种滞后环节仿真的新程序，介绍如下：同样，在计算机内存中设置一个内存区域，占有 $(h_0 + 1)$ 个单元，其编号依次为0, 1, 2, ..., h_0 ，如图3所示。在每次运算时，依次将输入存入0, 1, 2, ..., h_0 单元之后，再重

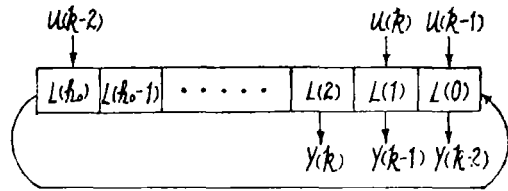


图3

新从0单元开始存入，如此重复循环不已（可理解成把内存的0单元和 h_0 单元相接，形成一个闭环的内存区域）。而从现时刻存入单元的前一个单元取出数据作为该时刻的输出。显而易见，在经过 $h_0 + 1$ 次操作之后，存入单元的前一个单元的数据就是前 h_0 个时刻存入的。而在 $h_0 + 1$ 次操作之前， $y(k)$ 应为零值，正好存入单元的前一个单元也为零值。这就实现了输出滞后于输入 h_0 个周期，而不需要一般仿真方法的数据向左平移的操作，节省了许多操作时间，因而可以较大幅度提高仿真速度。这种仿真方法的程序流程图如图4所示。

在 τ 不为 T 的整数倍时，有 $\tau = (h_0 + h_1) \cdot T$ ，其中 h_0 为 τ/T 的整数部分， h_1 为 τ/T 的小数部分。这时， $y(k)$ 的取值可按一般方法作如下的近似处理：每次从存入单元的前一个单元取值的同时，把此值也存入固定单元 $L(h_0 + 1)$ 中。这样， $y(k)$ 值可用线性插值法，按如下关系式近似计算：

$$y(k) = (1 - h_1) L(h_0 + 1) + h_1 L(I + 1)$$

其程序流程图如图5所示。

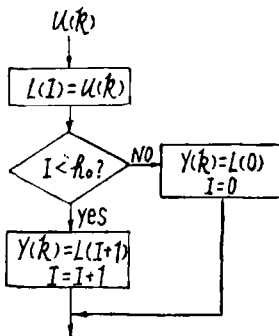


图4

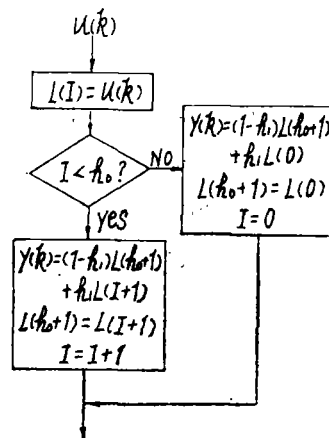


图5

三、实验结果和小结

本文提出的纯滞后环节的数字仿真方法,经在数字计算机上实际运行,证明方法是可行的,与惯用的数字仿真方法相比,其仿真速度得到令人满意的提高,而且程序没有更复杂。运用于时滞系统的仿真中,使系统的仿真速度得到大大的提高。

不论通过原理上的分析或通过实验的证实都表明:与惯用的数字仿真方法相比,这种数字仿真方法仿真速度提高的程度是随滞后环节的 τ 值的增大和采样周期的缩短而更为显著。

这个纯滞后环节的数字方法对时滞系统的仿真具有使用价值。在采样控制系统的仿真、计算机解差分方程等方面,往往存在“取出-平移-存入”操作。因此,这个新的数字仿真程序的思路和方法也可望应用于上述方面。

本程序的计算机实验,曾得到系计算机室蔡晓同志的支持和帮助,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 涂健主编,控制系统的数字仿真与计算机辅助设计,华中工学院出版社,(1985)。
- [2] 熊光楞编著,控制系统数字仿真,清华大学,(1982)。
- [3] 王永初,纯滞后补偿的动态预估器,化工自动及仪表,1(1986)。
- [4] Smith, J. M., *Mathematical modelling and digital simulation forengineers and scientists*, New York, Wiley, (1977)。

A Rapid Simulated program for a Lag Unit

Xu Fenxiang

Abstract

This paper points out that operation with parallel data movement being the cause affecting seriously the speed of simulation in conventional digital simulated program for a pure lag unit. A new simulated program posed here will greatly speed up the digital simulation.

Key words digital simulation, time-lag systems, simulation rate