

ひかりグリッドを利用したカオスの数値計算

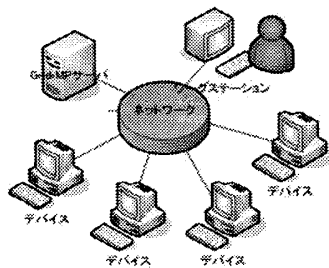
鈴木 健宏[†] 舟田 敏雄^{†‡} 石本 拓也[†] 小代田 和己[†] 鈴木 寛里[‡] 川上 誠^{†‡} 望月 孔二^{*†}沼津工業高等専門学校 電子制御工学科[†] 沼津工業高等専門学校 専攻科[‡]沼津工業高等専門学校 電気電子工学科^{*}

1. はじめに

ひかりグリッド[1]とは NTT 西日本が提供しているサービスの一つである。フレッツユーザの PC(Personal Computer) 資源を有効活用することを目的とし、夜間等で使用していない PC でのグリッドコンピューティングを行う。そのひかりグリッドを用い、今回は物体(台車と振子)の運動方程式の数値解析を行いカオス解を求めた。そのひかりグリッド利用状況を報告する。

2. ひかりグリッド

ひかりグリッド(Fig.1)は Grid MP サーバと複数台のデバイスによって構成される。



ひかりグリッドではフレッツユーザの PC を用いるため急な電源のオフ等が考えられるので 1 時間程度のプログラム処理が適

当と考えられる。そのため大規模な計算を行う場合には入力、引数等の情報を持ったデータパッケージを何回も入力する必要がある。プログラムとデータパッケージ 1 つのセットで WU(work unit)と呼ぶ。この WU を PC 1 台 1 台に送ることで分散処理を行う。

ひかりグリッドへのアクセスは YAMAHA の提供する VPN(Virtual Private Network)ソフトを用いて専用のポータルサイトで行う。また、リソース提供側は専用クライアントソフトを用いてリソースを提供し、その提供時間によってリソース提供の対価を受け取る。クライアントソフトはパソコンの余剰能力を利用して計算処理を行なうので、他のソフトを利用する場合でも殆ど影響がない。よってリソース提供側はリソースを提供している間も他の作業をすることができる。

Numerical Analysis of Nonlinear Oscillations and Chaos on HIKARI Grid Computing

Takehiro SUZUKI, Toshio FUNADA, Takuya ISHIMOTO
Kazuki KOYOTA, Hiroshiro SUZUKI, Makoto KAWAKAMI
Kouji MOCHIZUKI

Numazu National College of Technology

3. 台車と振子のカオス的運動の数値解析

Fig. 2 に示すように質量 m の台車が水平な基盤上にあり、その斜め上方にバネ定数 k の線形バネが取り付けられている。この幾何学的配置により、バネが物体に及ぼす力は物体の変位の非線形関数で表され、カオスが発生することは先の研究 [2], [3] で示されている。また、減衰係数 c のダンパが台車に水平に取り付けられており、水平方向の外力 $F(t)$ が物体に作用する。さらに、長さ L の糸の先に質量 m_b の質点を繋ぎ、この振子の支持点を台車の上に取り付けると、減衰係数 c_2 の振子は tuned pendulum damper として台車と共に運動する。

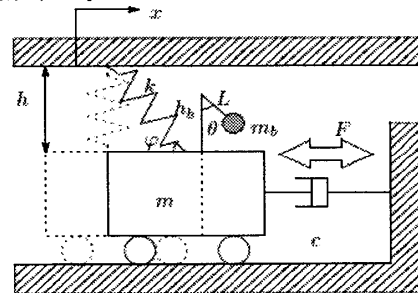


Fig. 2 台車と振子の強制振動系

この台車と振子の運動方程式は次のようになる。

$$M\ddot{X} + m_b(\dot{\theta} \cos \theta - \theta^2 \sin \theta) = -c\dot{X} + F_{\infty} + F_1 \cos \omega t - k \left[X - \frac{X}{\sqrt{X^2 + H^2}} \right]$$

$$\ddot{\theta} + \ddot{X} \cos \theta = -G \sin \theta - c_2 \dot{\theta}$$

ここで $M=m+m_b$ であり ω は外力の角振動数である。

θ は振子の振角で、 G は重力のモーメントを表す。

この運動方程式を 4 次の Runge-Kutta 法で数値解析し、計算結果から Poincare map 等を作成する。

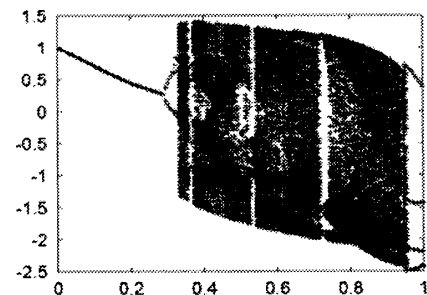


Fig. 3 $X(t_n)$ vs. F_1 for $H=0.5$, $F_{00}=0.1$, $c=0.2$.

4. ひかりグリッドによる分散処理の評価

実行プログラムは AthlonXP3200+でメモリは1Gbyteの構成の研究室のPCで計算させるとWU1つあたり3分程度のもものと20分程度のもの2種類のプログラムを作成した。1つのJOBに100個以上のWUがあるので、負荷が軽いプログラムでは5時間、重いプログラムでは30時間以上を要する。この2つについて今回はNTT西日本に設置されているPC5台でテストランを行い、フレッツユーザにリソース提供を募ったプロジェクトではリソースPCが100台前後になるよう募集をかけ分散処理を行い、軽いJOB10個と重いJOB8個を送った(Fig.4)。ひかりグリッドのリソースPCのスペックはFig.5、Fig.6に示す通りかなりばらつきがあり、低スペックのものも有効利用するために軽いプログラムも作成した。出力はDATファイルで圧縮することによりサイズを10分の1以下に抑えることができる。

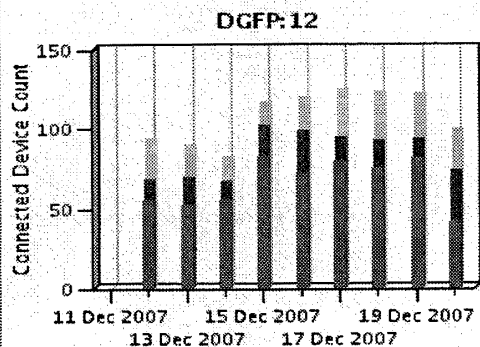


Fig. 4 接続状況

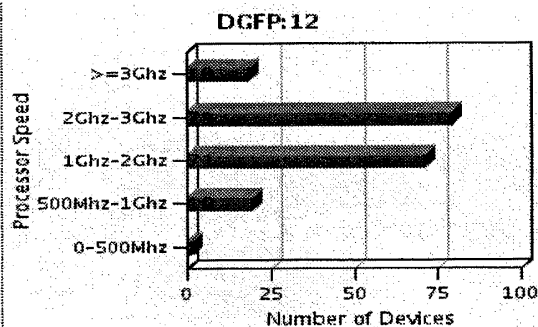


Fig. 5 CPU周波数の分布

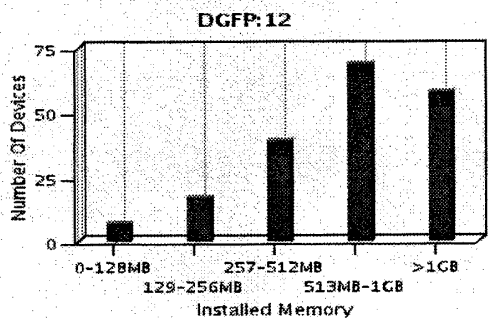
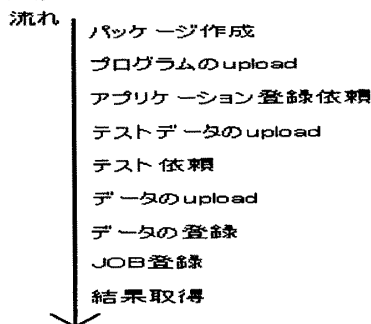


Fig. 6 搭載メモリの分布

12/16 15時(UTC)に登録したJOBでは先に述べた重いプログラムの中でも一番WU数が多いもの(WU数166)を12時間程度で終わらせることができている。JOBの登録時間、結果ファイルのダウンロード時間を考えても大きな時間の短縮が可能である(次の流れ図を参照されたい)。



メリット

- ◇ 大規模計算を短時間で行うことができる。
- ◇ 重いプログラムの処理を他のパソコンで作業させることができるため、パソコンを他の作業に使える。

実用化に向けた課題

- ◇ プログラムの変更がある場合、登録に管理者の許可が必要なのですぐにはできない。
- ◇ パッケージ作成等でファイル操作の知識が必要となる。

5. おわりに

ひかりグリッドのモニターとして台車と振子の運動方程式を数値解析しカオス解を求め、時系列図、Poincare mapを作成しBasin Boundary問題の解析を行い詳細な知見が得られた[4]。ひかりグリッド利用の評価として、1台では数日かかるような処理でも大幅な時間的短縮が確認された。そのJOBの登録、実行状況を分析して、ひかりグリッド実用化に向けて課題等を分析・評価し、提案等をまとめる予定である。

参考文献

- [1] NTT西日本:「ひかりグリッド ver.2」のご紹介”
- [2] 小泉忠由, 大曾根陵介: “非線形復元力作用下の振動特性とカオス” 日本機械学会論文集, C編69(2003), pp.1197-1202.
- [3] 大曾根陵介, 小泉忠由: “非線形復元力作用下の振動特性とカオス” 日本機械学会東北支部地方講演会講演論文集(2000), pp.109-110.
- [4] 舟田敏雄, 鈴木健宏, 石本拓也, 川上誠, 望月孔二: “技術者教育のための工学数理の力学教材の改定(4): 斜めに取り付けられたバネによる物体の非線形強制振動とカオス” 沼津高専研究報告第42号(2007), in press.