情報科学部 情報システム学科 http://www.is.oit.ac.jp/~shinkai/

THE UNIVERSE YOURS TO DISCOVER 世界天文年 2009

太陽系シミュレータの作成

Astrophysics Group, OIT 森本雄士

目的

- ルンゲクッタ法を用いて運動方程式を解き、惑星の正確な位置を表示する。
- 各惑星の情報を確認できる。
- その他、インタラクティブな要素を取り入れる。例（日時の指定、一時停止、隕石の設置など）

Newtonの運動方程式

- 質量 m_jの物体から受ける万有引力で、質量m_iの物体の運動を考えると以下の式になる。

$$m_i \frac{d^2 r}{dt^2} = G\frac{m_i m_2}{{r_{i2}}^2} + G\frac{m_i m_3}{{r_{i3}}^2} + \cdots + G\frac{m_i m_j}{{r_{ij}}^2}$$

r_{ij}: iとjの距離 $(i \neq j)(i, j = 1,2,\cdots n)$
G : 万有引力定数 $6.67259\times10^{-11}\left[m^3 s^{-2} kg^{-1}\right]$
n : 惑星の数

実際に解く式

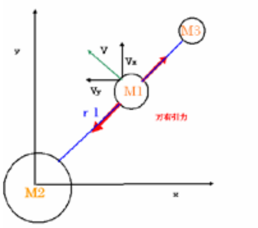
$$\frac{dx}{dt} = v_x$$

$$m_i \frac{dv_x}{dt} = Gm_i m_2 \frac{(x_2 - x_i)}{((x_2 - x_i)^2 + (y_2 - y_i)^2)^{\frac{3}{2}}} + \cdots + Gm_i m_j \frac{(x_j - x_i)}{((x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\frac{dy}{dt} = v_y$$

$$m_i \frac{dv_y}{dt} = Gm_i m_2 \frac{(y_2 - y_i)}{((x_2 - x_i)^2 + (y_2 - y_i)^2)^{\frac{3}{2}}} + \cdots + Gm_i m_j \frac{(y_j - y_i)}{((x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2)^{\frac{3}{2}}}$$

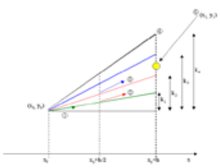
$(i \neq j),(i, j = 1,2,3\cdots n)$
n:惑星の数



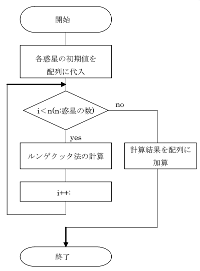
ルンゲクッタ法

- ルンゲクッタ法とは、常微分方程式を近似的に解く方法のひとつである。
- 今回は一般的な4次の項まで求めたものを使う。

$$k_1 = f(x_n, y_n)$$
$$k_2 = f(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}k_1)$$
$$k_3 = f(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}k_2)$$
$$k_4 = f(x_n + h, y_n + hk_3)$$
$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$



フローチャート



画面イメージと数値

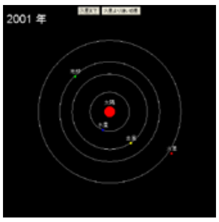


表1.実際に使用した数値

	質量	X座標	Y座標
太陽	1	0	0
水星	1.66×10^-7	3.57×10^-1	-9.15×10^2
金星	2.45×10^-6	6.08×10^-1	-3.49×10^-1
地球	3.00×10^-6	1.16×10^-1	-9.27×10^-1
火星	3.23×10^-7	-1.14×10^-1	1.33
木星	0.95×10^-3	-5.38	8.31×10^
土星	2.86×10^-4	7.89	4.56
天王星	4.37×10^-5	-1.82×10	-1.16
海王星	0.51×10^-4	-1.60×10	-2.39×10
冥王星	3.7×10^-8	-3.04×10	-8.73×10^-1

•2000年のデータがあったため、それを基準値とすることにした。
•質量は太陽を基準に、距離は太陽と地球間の距離を基準としている。

現在の機能

- 火星までの表示と、火星より遠い惑星の表示の切り替えが可能。
- 地球が一周すると年数が1増加する（まだ設定が曖昧なので要調整）

今後の課題

- インターフェイスを充実させる。例（日時の指定、一時停止、隕石の設置など…）
- 数値の微調整を行い、より正確なものへと仕上げる

2009/11