

## 군시차결정알고리즘에 대한 연구

최진혁, 최철민

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《지구우에 존재하는 모든 생명체와 자연현상은 태양의 영향을 크게 받고있습니다. 그러므로 인간생활과 직접 잇닿아있는 태양부터 잘 연구하여 태양의 변화를 미리 예견하고 그것을 사람들에게 알려주어야 합니다.》(《김정일전집》 제3권 380페이지)

태양복사용용에서의 끊임없는 기술개발과 함께 태양위치계산에서의 정확도를 높일데 대한 요구는 언제나 제기된다.

선행연구[2]에서는 최근 기초예측위치표 DE405/LE405와 IAU2000A/IAU2006세차-장동 모형들에 기초하여 행성위치계산들의 정확도를 높이고있다.

본문에서는 DE405/LE405와 IAU2000A/IAU2006세차-장동모형에 기초하여 태양위치계산에 리용되는 군시차계산알고리즘을 작성하였다.

### 1. 군시차결정알고리즘

진태양의 이동속도에서의 불균일성과 황도면과 적도면사이의 경사에 의하여 진태양시는 년중 계속 변하게 된다. 이 차를 없애기 위하여 가상천체인 평균적도태양을 도입한다. 해당 지역의 자오선을 지날 때를 12<sup>h</sup>로 하고 다음날 다시 자오선을 지날 때까지의 시간간격(24시간)을 하루로 하는 평균태양시를 리용한다.[4]

군시차는 태양의 위치를 보다 정확히 결정할 때 진태양시와 평균태양시사이 보정을 위하여 도입되였다.

군시차결정알고리즘에 대하여 보기로 하자.

① 율리우스력정천년기 JME 를 계산한다.

JME 는 J2000.0표준원기에 대한 율리우스력정천년기인데 다음과 같이 계산된다.

$$JME = \left\{ \begin{aligned} & \text{INT}(365.25(Y + 4716)) + \text{INT}(30.6001(M + 1)) + \\ & + D + B - 1524.5 + \frac{\Delta T}{86400} - 2451545 \end{aligned} \right\} / 365250 \quad (1)$$

JCE 는 J2000.0표준원기에 대한 율리우스력정세기이며  $JCE = 10JME$  로 계산한다. INT 는 계산되는 항의 옹근수부(실례로  $8.7=8$ ,  $8.2=8$ ,  $-8.7=8$  등), Y는 년(실례로 2001, 2002 등), M 은 월(실례로 1월에 대해 1 등)이다.  $M > 2$ 이면 Y와 M은 변하지 않는다. 그러나  $M=1$  혹은 2이면  $Y=Y-1$ ,  $M=M+12$ 가 성립한다. D는 10진시간을 포함한 월의 일번호(실례로 월의 두번째 날의 12:30:30 UT에 대해  $D=2521180556$ ), B는 율리우스력에 대해 0(즉 방정식 (1)에서  $B=0$ 을 리용하면  $JD < 2451545$ )이며 그레고리력에 대해  $2 - A + \text{INT}(A/4)$ (즉 방정식 (1)에서  $B=0$ 을 리용하면  $JD > 2451545$ )이다. 여기서  $A = \text{INT}(Y/100)$ 이다.

② 태양의 평균경도  $M$  을 계산한다.[6]

$$M = 280.466\ 457 + 360\ 007.698\ 277\ 9 \cdot \text{JME} + 0.030\ 320\ 28 \cdot \text{JME}^2 + \frac{\text{JME}^3}{49\ 931} - \frac{\text{JME}^4}{15\ 300} - \frac{\text{JME}^5}{2\ 000\ 000} \quad (2)$$

③ 지심적경  $\alpha$  를 계산한다.

$$\alpha = \arctan 2 \left( \frac{\sin \lambda \cos \varepsilon - \tan \beta \sin \varepsilon}{\cos \lambda} \right) \quad (3)$$

$\arctan 2$  는  $\alpha$  의 정확한 4분구를 지적할수 있게 분자와 분모에 적용되는  $\arctan$  함수이다.  $\alpha$  는  $-\pi$  에서  $\pi$  까지의 값을 가진다. 여기서  $\lambda$  는 겉보기태양경도,  $\varepsilon$  은 황도의 진경사,  $\beta$  는 지심위도이다.[3]

④ 경도장동  $\Delta\psi$  와 황도의 진경사  $\varepsilon$  을 계산한다.

$$\Delta\psi = \frac{\sum_{i=0}^n \Delta\psi_i}{36\ 000\ 000} \quad (4)$$

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{3\ 600} + \Delta\varepsilon \quad (5)$$

$\varepsilon_0$  은 황도의 평균경사,  $\Delta\varepsilon$  은 경사장동이다.[5]

⑤ 균시차  $E$  결정

$$E = M - 0.005\ 718\ 3 - \alpha + \Delta\psi \cos \varepsilon \quad (6)$$

## 2. 결 과 분 석

균시차를 결정하기 위한 알고리즘을 작성하였다. 이 알고리즘으로는 주어진 날짜와 시간에 대하여 균시차를 계산할수 있다.

시험날자 2017년 5월 1일과 2일의 균시차에 대하여 《천문력2017》과 비교해보자.[1]

표에서 보여준것처럼 평양천문대에서 매해 제출하는 천문력에서의 균시차값과 우리가 작성한 균시차결정알고리즘으로 계산한 균시차값이 오차범위내에서 정확히 일치한다.

표. 균시차		
날자	출처	균시차/( <sup>m</sup> )
2017.5.1.	천문력2017	2.87
	계산	2.875 2
2017.5.2.	천문력2017	2.99
	계산	2.991 4

## 맺 는 말

우리는 기초예측위치표 DE405/LE405와 IAU2000A/IAU2006세차-장동모형에 기초한 균시차결정알고리즘을 작성하고 이전의 자료와 비교하여 오차범위내에서 정확히 일치하다는 결론을 얻었다. 따라서 이 알고리즘을 실지 관측에 리용할수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 강창혁 등 천문력2017, 과학기술출판사, 11~14, 24~28, 주체105(2016).
- [2] J. J. Michalsky; Solar Energy, 40, 3, 227, 1988.
- [3] A. R. Choudhuri; The User's Guide to the Solar Dynamo Code, Surya, 130~180, 2005.
- [4] Astronomy Encyclopedia, Philips, 142~144, 2002.
- [5] F. Garcia et al.; Journal of Computational Physics, 30, 273, 2016.
- [6] M. Blanco et al.; Solar Energy, 70, 5, 431, 2001.

주체106(2017)년 9월 5일 원고접수

## On the Algorithm for Determination of the Equation of Time

*Choe Jin Hyok, Choe Chol Min*

We established the algorithm to determine the equation of time based on the fundamental ephemerides—DE405/LE405 and precession-nutation model—IAU2000A/IAU2006 model, compared them with the older data and concluded that they coincided with each other within errors. Thus we can use it at the practical observation.

Key words: equation of time, nutation, precession