

# Metryka podobieństwa orbitalnego - wykorzystanie elementów wektorialnych

Tadeusz J. Jopek, Regina Rudawska, Przemysław Bartczak

OA UAM, Poznań

Ciechocinek, 26-28 Październik 2007

# Wstęp

## SMN, Poznań, 28-29 listopad 2003

„Dyspersja orbit meteoroidowych: właściwości D-kryteriów”,  
R. Rudawska

- powszechnie wykorzystywane funkcje podobieństwa orbitalnego,
- i ich właściwości.

## SMN, Ciężen, 17-18 maj 2006

„Uśrednianie danych meteorowych”,  
T. Jopek, R. Rudawska, H. Prętka-Ziomek

- średnia orbita strumienia,
- wykorzystanie elementów wektorialnych.

# Wstęp

## SMN, Poznań, 28-29 listopad 2003

„Dyspersja orbit meteoroidowych: właściwości D-kryteriów”,  
R. Rudawska

- powszechnie wykorzystywane funkcje podobieństwa orbitalnego,
- i ich właściwości.

## SMN, Ciężęń, 17-18 maj 2006

„Uśrednianie danych meteorowych”,  
T. Jopek, R. Rudawska, H. Prętka-Ziomek

- średnia orbita strumienia,
- wykorzystanie elementów wektorialnych.

## Elementy wektorialne

## Definicja

$$\mathbf{h} = (h_1, h_2, h_3)^T = \mathbf{r} \times \dot{\mathbf{r}}$$

$$\mathbf{e} = (e_1, e_2, e_3)^T = \frac{1}{\mu} \dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{h} - \frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|}$$

$$E = \frac{1}{2} \dot{\mathbf{r}}^2 - \frac{\mu}{|\mathbf{r}|}$$

gdzie:  $\mathbf{r} = (x, y, z)$ ,  $\dot{\mathbf{r}} = (\dot{x}, \dot{y}, \dot{z})$  — heliocentryczne położenie i prędkość.

Mając:  $(\mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}}) \rightarrow (\mathbf{h}, \mathbf{e}, E) \rightarrow (q, e, \omega, \Omega, i)$

# Elementy wektorialne

## Definicja

$$\mathbf{h} = (h_1, h_2, h_3)^T = \mathbf{r} \times \dot{\mathbf{r}}$$

$$\mathbf{e} = (e_1, e_2, e_3)^T = \frac{1}{\mu} \dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{h} - \frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|}$$

$$E = \frac{1}{2} \dot{\mathbf{r}}^2 - \frac{\mu}{|\mathbf{r}|}$$

gdzie:  $\mathbf{r} = (x, y, z)$ ,  $\dot{\mathbf{r}} = (\dot{x}, \dot{y}, \dot{z})$  — heliocentryczne położenie i prędkość.

Mając:  $(\mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}}) \rightarrow (\mathbf{h}, \mathbf{e}, E) \rightarrow (q, e, \omega, \Omega, i)$

# $D_V$ — nowa funkcja

Opisując orbitę  $i$ -tego meteoroidu poprzez:

$$\mathbf{O}_i = (\mathbf{h}_i^T, \mathbf{e}_i^T, E_i)^T = (h_{i1}, h_{i2}, h_{i3}, e_{i1}, e_{i2}, e_{i3}, E_i)^T$$

Nowa funkcja  $D_V$

$$D_V^2 = w_{h1}(h_{i1} - h_{j1})^2 + w_{h2}(h_{i2} - h_{j2})^2 + 1.5 w_{h3}(h_{i3} - h_{j3})^2 + w_{e1}(e_{i1} - e_{j1})^2 + w_{e2}(e_{i2} - e_{j2})^2 + w_{e3}(e_{i3} - e_{j3})^2 + \quad (1)$$

$$2 w_E(E_i - E_j)^2 \quad (2)$$

gdzie  $w_{hk}$ ,  $w_{ek}$ ,  $w_E$  — odpowiednio zdefiniowane wagi.

# $D_V$ — nowa funkcja

Opisując orbitę  $i$ -tego meteoroidu poprzez:

$$\mathbf{O}_i = (\mathbf{h}_i^T, \mathbf{e}_i^T, E_i)^T = (h_{i1}, h_{i2}, h_{i3}, e_{i1}, e_{i2}, e_{i3}, E_i)^T$$

## Nowa funkcja $D_V$

$$D_V^2 = w_{h1}(h_{i1} - h_{j1})^2 + w_{h2}(h_{i2} - h_{j2})^2 + 1.5 w_{h3}(h_{i3} - h_{j3})^2 + w_{e1}(e_{i1} - e_{j1})^2 + w_{e2}(e_{i2} - e_{j2})^2 + w_{e3}(e_{i3} - e_{j3})^2 + \quad (1)$$

$$2 w_E(E_i - E_j)^2 \quad (2)$$

gdzie  $w_{hk}$ ,  $w_{ek}$ ,  $w_E$  — odpowiednio zdefiniowane wagi.

# $D_V$ — poszukiwanie strumieni meteorowych

## Katalog

4097 meteorów z katalogu fotograficznego IAU Meteor Data Center.

## Zastosowane D-kryteria

- $D_{SH}$  — Southworth & Hawkins (1963),
- $D_N$  — Valsecchi et al. (1999),
- $D_V$  — zaproponowane przez nas.

## Wartość krytyczna

- indywidualna wartość progowa dla grup strumieni o 2 ,3 ,4 ... członkach,
- poziom wiarygodności 99%,
- otrzymana metodą podobną do Jopek et al.(1999, 2003).



# $D_V$ — poszukiwanie strumieni meteorowych

## Katalog

4097 meteorów z katalogu fotograficznego IAU Meteor Data Center.

## Zastosowane D-kryteria

- $D_{SH}$  — Southworth & Hawkins (1963),
- $D_N$  — Valsecchi et al. (1999),
- $D_V$  — zaproponowane przez nas.

## Wartość krytyczna

- indywidualna wartość progowa dla grup strumieni o 2 ,3 ,4 ... członkach,
- poziom wiarygodności 99%,
- otrzymana metodą podobną do Jopek et al.(1999, 2003).

# $D_V$ — poszukiwanie strumieni meteorowych

## Katalog

4097 meteorów z katalogu fotograficznego IAU Meteor Data Center.

## Zastosowane D-kryteria

- $D_{SH}$  — Southworth & Hawkins (1963),
- $D_N$  — Valsecchi et al. (1999),
- $D_V$  — zaproponowane przez nas.

## Wartość krytyczna

- indywidualna wartość progowa dla grup strumieni o 2 ,3 ,4 ... członkach,
- poziom wiarygodności 99%,
- otrzymana metodą podobną do Jopek et al.(1999, 2003).

$D_{SH}$ ,  $D_N$ ,  $D_V$  — porównanie głównych wyników

**Tablica:** Rezultaty dla trzech procesów wyszukiwania. Akceptujemy strumienie o liczebności  $M > 7$ .

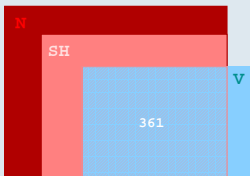
	Ilość strumieni	%
$D_{SH}$	14	36 %
$D_N$	17	46 %
$D_V$	12	36.2%

## Przykłady

## Geminidy

$M_{SH}$	$M_N$	$M_V$
381	390	380

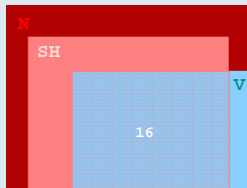
$N - SH$	$V - SH$	$V - N$
381	369	380



## Leonidy

$M_{SH}$	$M_N$	$M_V$
24	32	17

$N - SH$	$V - SH$	$V - N$
24	16	17



## Wnioski

- zgodność wyników dla głównych strumieni,
- najczęstsze, wyraźne różnice wystąpiły dla strumieni drugorzędnych i o małym nachyleniu,
- $D_V$  jest przydatne do klasyfikacji meteoroidów.

## Wnioski

- zgodność wyników dla głównych strumieni,
- najczęstsze, wyraźne różnice wystąpiły dla strumieni drugorzędnych i o małym nachyleniu,
- $D_V$  jest przydatne do klasyfikacji meteoroidów.

## Wnioski

- zgodność wyników dla głównych strumieni,
- najczęstsze, wyraźne różnice wystąpiły dla strumieni drugorzędnych i o małym nachyleniu,
- $D_V$  jest przydatne do klasyfikacji meteoroidów.

# Metryka podobieństwa orbitalnego - wykorzystanie elementów wektorialnych

Tadeusz J. Jopek, Regina Rudawska, Przemysław Bartczak

OA UAM, Poznań

Ciechocinek, 26-28 Październik 2007