

Optikai rendszerek szimulációja

Tompa Júlia

Alkalmazott matematikus MSc
Témavezető: Jüttner Alpár

2022. május 19.

- Az ideális képalkotás
 - $\sin(x) \approx x$
 - elég a hosszanti metszet
- projektív koordináták
 - kollineáris leképezések lineárisak lesznek
 - 3×3 -as mátrixok
 - egymás utáni felületek \rightarrow mátrixszorzás

- A félév eredményei:
 - 1 formulák egy optikai rendszer mátrixának elemeire
 - 2 mátrix elemeinek ismeretében a fókuszpontok és fókuszok megadása
 - 3 C++ "Lens" class létrehozása a hozzá tartozó műveletekkel

A mátrix négy lényeges eleme

Optikai
rendszerek
szimulációja

Tompa Júlia

Bevezetés

A mátrix
elemeinek
megadása

Egyszerűsítések

Fókuszok és
fókuszpontok alapján

Görbületek és
törésmutatók alapján

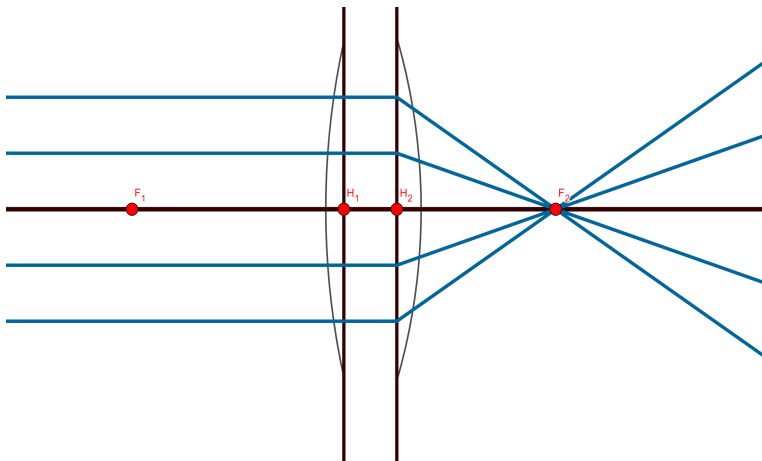
A program

A két átlóban vannak csak nemnulla elemek, és a középső elem 1-nek választható. Tehát a mátrix:

$$\begin{pmatrix} a_1 & 0 & c_1 \\ 0 & 1 & 0 \\ a & 0 & c \end{pmatrix}$$

Fősíkok és fókuszpontok

A második fókuszpont ($[F_2, 0, 1]$) ősképe az $[1, 0, 0]$ ideális pont:



Optikai
rendszerek
szimulációja

Tompa Júlia

Bevezetés

A mátrix
elemeinek
megadása

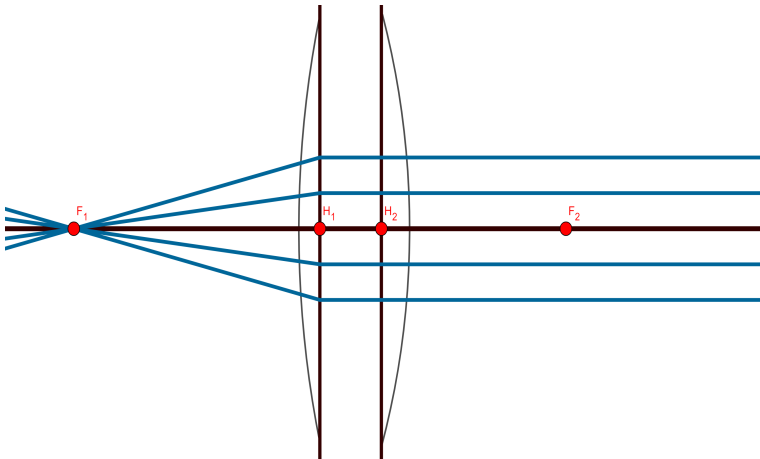
Egyszerítések

Fősíkok és
fókuszpontok alapján

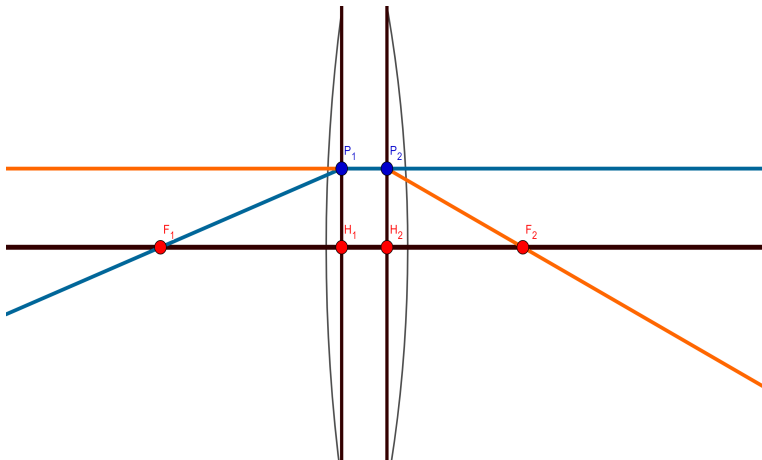
Görbületek és
törésmutatók alapján

A program

Az első fókuszpont $([F_1, 0, 1])$ képe az $[1, 0, 0]$ ideális pont:



A $[H_1, 1, 1]$ pont képe a $[H_2, 1, 1]$ pont:



Ezek alapján kiszámolhatók az alábbi formulák:

$$\blacksquare a_1 = \frac{F_2}{H_1 - F_1},$$

$$\blacksquare c_1 = H_2 - \frac{H_1 \cdot F_2}{H_1 - F_1},$$

$$\blacksquare a = \frac{1}{H_1 - F_1},$$

$$\blacksquare c = -\frac{F_1}{H_1 - F_1}.$$

Görbületek és törésmutatók

Optikai
rendszerek
szimulációja

Tompa Júlia

Bevezetés

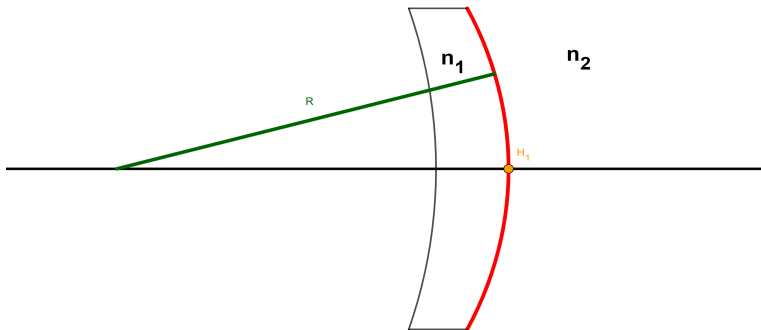
A mátrix
elemeinek
megadása

Egyszerűsítések

Fókuszok és
fókuszpontok alapján

Görbületek és
törésmutatók alapján

A program



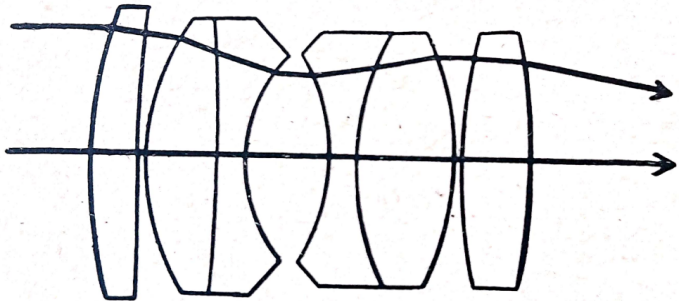
Egyszerű geometriai számolások és a korábbi formulák alapján
(ha $H_1 = 0$):

- $a_1 = \frac{1}{N}$,
- $c_1 = 0$,
- $a = \frac{g \cdot (1 - N)}{N}$,
- $c = 1$,

ahol $N = \frac{n_1}{n_2}$. Ezután a rendszert el kell tolni H_1 -gyel.

Egy Biotar objektív

Vázlat a lencsék elhelyezkedéséről:



Optikai
rendszerek
szimulációja

Tompa Júlia

Bevezetés

A mátrix
elemeinek
megadása

Egyszerítések

Fókusz és
fókuszpontok alapján

Görbületek és
törésmutatók alapján

A program

Az objektív adatai

Optikai
rendszerek
szimulációja

Tompa Júlia

Bevezetés

A mátrix
elemeinek
megadása

Egyszerűsítések

Fókusok és
fókuszpontok alapján

Görbületek és
törésmutatók alapján

A program

43

A Zeiss-„Biotar“ nevű nagy viszonylagos nyílású lencse-rendszer adatai (l. 36. ábra).

(A lencsék balról jobbra, a belépő fénysugárral együtthaladva következnek.)

	anyag	Az üvegfajta		A lencse	
		közepes törésmutatója	Abbe-száma (diszperzió)	görbületi sugara mm	vastagsága ill. távolsága mm
I.	homorú-domború gyűjtőlencse báriumos flintüvegből	1'6424	48'0	83'6 321'0	10'8
	levegő				1'7
II.	kétzeter domború gyűjtőlencse nehéz koronaüvegből	1'6231	56'9	44'8 1150'0	15'6
	ragasztás kanadabalzsammal				
III.	kétzeter homorú lencse könnyű flintüvegből	1'5757	41'2	1150'0 28'3	5'1
	levegő				8'9
	a rekesz helye				10'0
IV.	kétzeter homorú lencse nehéz flintüvegből	1'6727	32'2	38'5 50'5	5'1
	ragasztás kanadabalzsammal				
V.	kétzeter domború lencse báriumos flintüvegből	1'6424	48'0	50'5 53'2	21'2
	levegő				1'0
VI.	kétzeter domború lencse báriumos flintüvegből	1'6424	48'0	106'0 120'0	13'9

A program működése

Optikai
rendszerek
szimulációja

Tompa Júlia

Bevezetés

A mátrix
elemeinek
megadása

Egyszerűsítések

Fókuszok és
fókuszpontok alapján

Görbületek és
törésmutatók alapján

A program

```
Enter the number of surfaces.  
10  
Enter the parameters of the next surface.  
-120.0  
93.3  
1.6424  
1.0  
Enter the parameters of the next surface.  
106.0  
79.4  
1.0  
1.6424  
Enter the parameters of the next surface.  
-53.2  
78.4  
1.6424  
1.0
```

```
a1 = 1.58371, c1 = -63.2783, a = 0.0100008, c = 0.231838  
F1 = -23.1818, H1 = 76.8097, H2 = 58.3661, F2 = 158.358  
f1 = 99.9916, f2 = 99.9916
```

- megismerkedni a sugárkövetéses modellezéssel és a Fourier-optikával
 - lencsehibák kiértékelése
 - paraméterek optimalizálása

Köszönöm a figyelmet!