

Csillagászati laboratórium I.

10. óra: Nagyléptékű struktúrák az Univerzumban

Celkitűzések

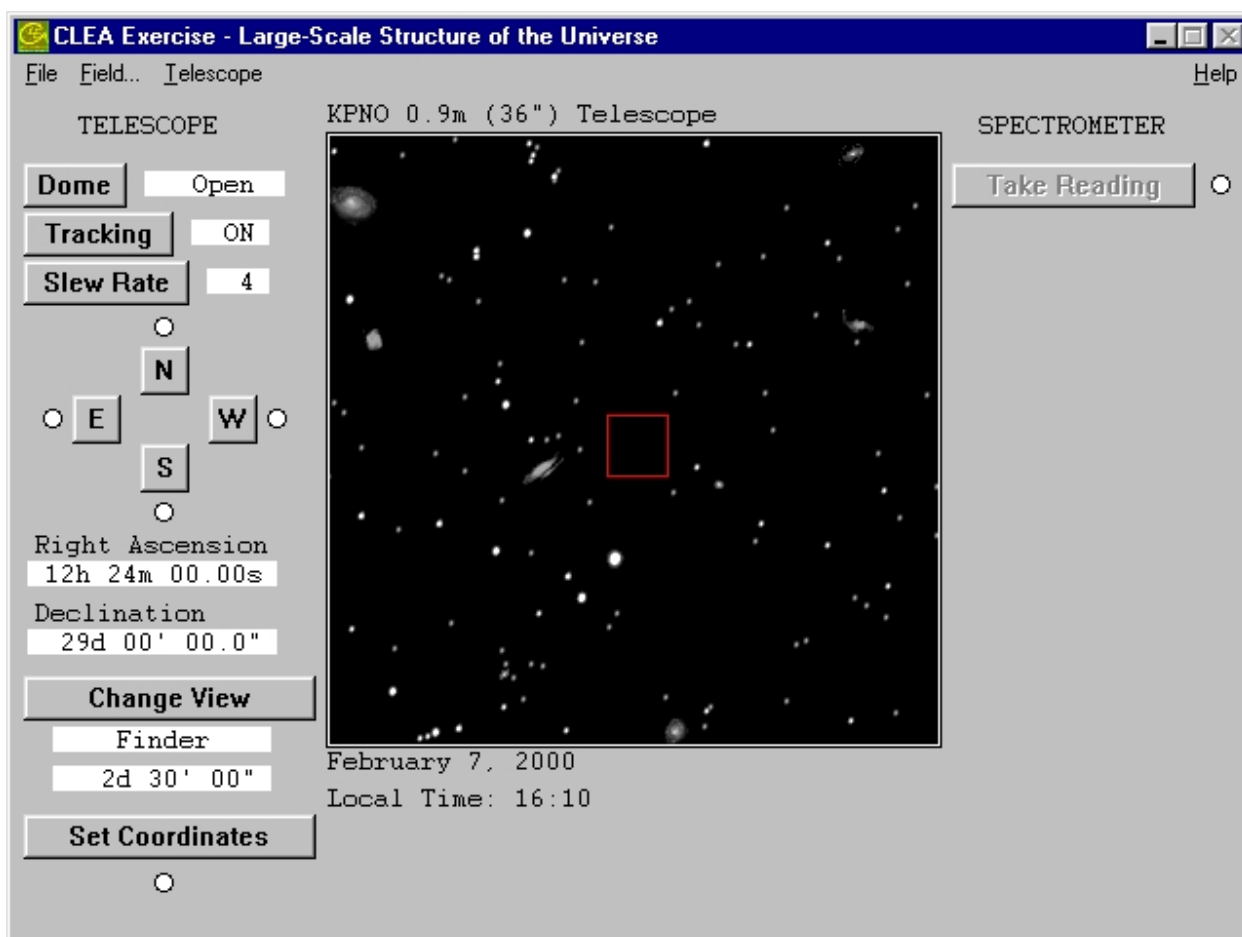
Nagyszámú (>200) galaxis tér- és sebesség-koordinátái alapján térbeli eloszlásuk vizsgálata, az anyag nagyléptékű csomósodásának feltérképezése, a Virgo galaxishalmaz távolságának meghatározása. A statisztikus értékű munkához az egész évfolyam összehangolt munkájára van szükség.

Ismertnek tekintett alapfogalmak

Galaxis, galaxishalmazok, vöröseltolódás, Hubble-törvény, Ca II H és K vonal.

Mérések

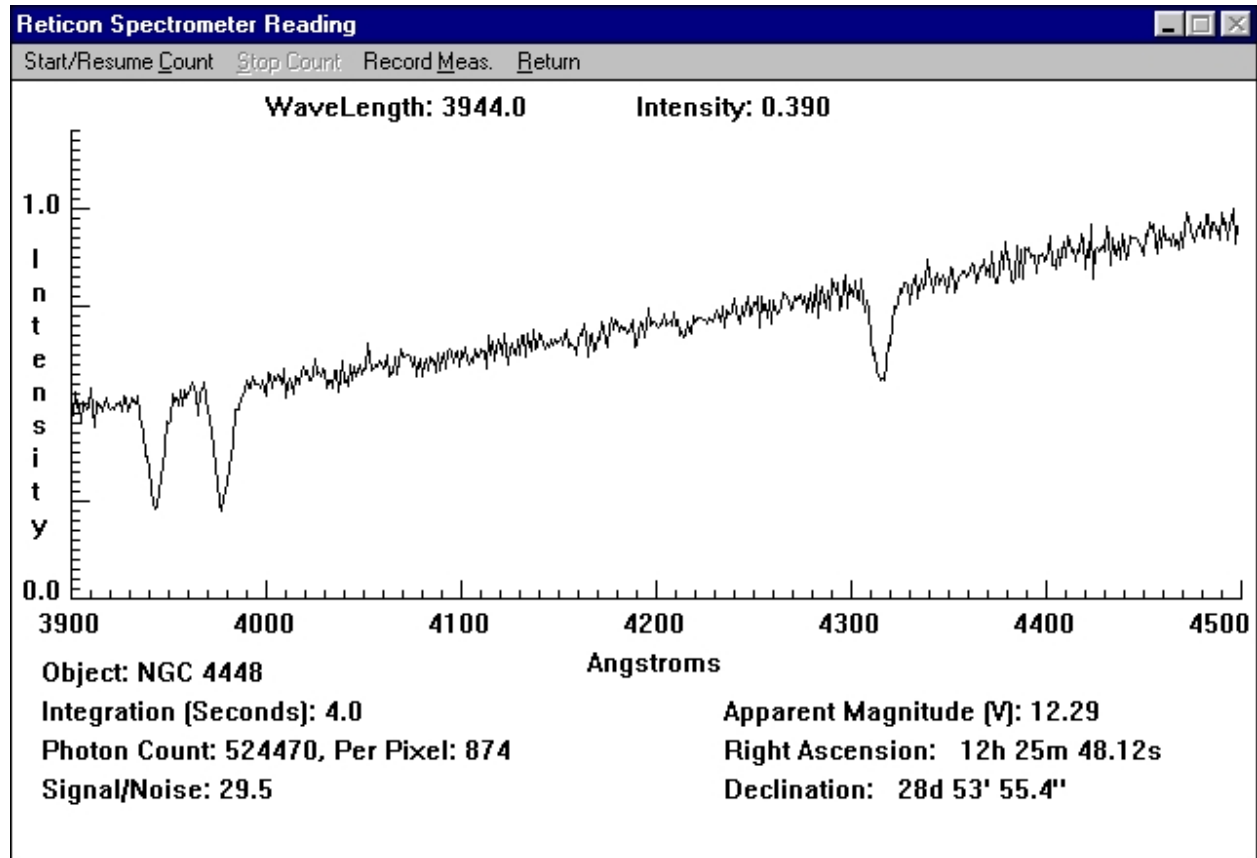
A méréseket a CLEA észlelés-szimuláló programcsomag vonatkozó részével végezzük el (Large-Scale Structure). Első lépésként belépünk a szimulációs felületre (**Login**). A **File** menü **Run** alpontjából elindítjuk a mérést. Ezzel a KPNO 0,9 m-es teleszkópjához férünk hozzá. A kupola kinyitása és az óragép bekapcsolása után az alábbi képet kapjuk:



A korábbi órákon megismert módon vehetjük fel a koordináták alapján beállított (**Set Coordinates**) galaxisok színképét a kék tartományban (**Spectrometer** → **Take Reading**, miután a **Change View** pontban

beállítottuk az **Instrument**-et). A teljes mérési program összesen 218 galaxist tartalmaz. Ezt nyilván egy ember a rendelkezésre álló idő alatt nem tudja végigmérni, ezért a listát egyenlően felosztjuk az órán jelenlévők között.

A spektrométerrel célszerűen legalább 10-es **Signal/Noise** hányados kell elérni, amivel az alábbihoz hasonló spektrumot kapunk a megfigyelt galaxisokra:



A **Record Meas.** menüpontban a következő táblázatot kell kitölteni:

Legalább az egyik vonal megfigyelt eltolódása alapján meghatározhatjuk a galaxis távolodási sebességét. Figyelem, a sebességeket manuálisan kell kiszámítani! A rögzítést a **Verify/Average** kapcsolóval fejezhetjük be. Az adatokat párhuzamosan rögzítsük egy egyszerű adatfájlban (rektaszcenzió, átlagolt távolodási sebesség).

A méréseket gyorsíthatjuk, ha a **Telescope** menüpontban távcsőidőt igénylünk nagyobb műszerekre.

Elemzés

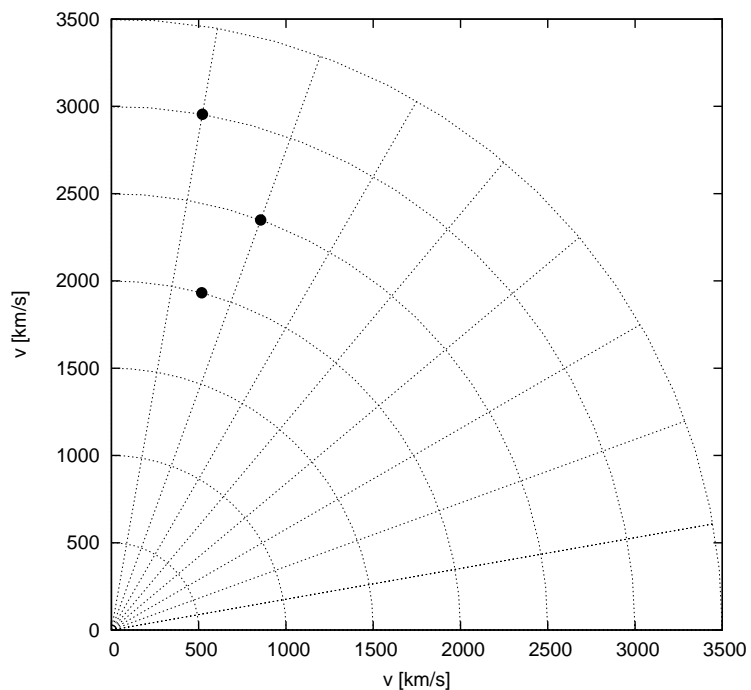
A mérések befejeztével egy nagy, közös fájlba egyesítjük a 218 rektaszcenzió–távolodási sebesség adatpárt, és utána mindenki ezzel az egyesített adatsorral fog a továbbiakban dolgozni.

Az adatokat egy polárkoordináta-rendszerben ábrázolva képet kaphatuk a galaxisok nem egyenletes eloszlásáról. A polárszög a rektaszcenzió értéke (óra helyett fokban kifejezve), míg a távolság – a Hubble-törvényt felhasználva – helyettesíthető a távolodási sebességgel.

A cél az alábbi jellegű ábra kitöltése az összes mért ponttal:

A fenti ábrát a következő gnuplot parancsokkal hozhatjuk létre (természetesen el lehet, sőt, kell is majd játszódzni a formázási paraméterekkel):

RECORD MEASUREMENTS			
Galaxy: NGC 4448		RA: 12h 25m 48.12s	
Apparent Mag (V): 12.29		Dec: 28d 53' 55.4"	
Line ID	Rest (Å)	Meas. @	Computed Velocity (km/s)
K Line (Ca II)	3933.7	<input type="text"/>	<input type="text"/>
H Line (Ca II)	3968.5	<input type="text"/>	<input type="text"/>
G Band (Blend)	4305.0	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
Average:			
<input type="button" value="Verify/Average"/>		<input type="button" value="Ok"/>	<input type="button" value="Cancel"/>



```

gnuplot> set polar           # polár-koordinátákra térünk át
gnuplot> set angles degrees  # a szögeket fokban (nem radiánban) értelmezzük
gnuplot> set grid polar 10   # koordináta-háló 10 fokos osztásokkal
#
gnuplot> set xrange[0:3500]  # a sebesség-tengely skálázása
gnuplot> set yrange[0:3500]
gnuplot> set xlabel "v [km/s]"
gnuplot> set ylabel "v [km/s]"
#

```

```
gnuplot> set term post enh eps
gnuplot> set out 'abra.eps'
gnuplot> set size square          # négyzetes oldalarányú ábrát készítünk
#
gnuplot> plot 'adat' notitle pt 7 ps 1.3
```

Feladatok

1. Indítsuk el a mérőprogramot, ismerkedjünk meg a kezelőfelülettel!
2. Vegyük fel a kiadott listán szereplő galaxisok színképét, számítsuk ki távolodási sebességüket, majd rögzítsük az adatokat!
3. Az egyesített adatpárokat ábrázoljuk egy polárkoordináta-rendszerben!
4. Válaszoljunk az alábbi kérdésekre:
 - (a) Mennyire egyenletesen tölti ki az anyag az Univerzum vizsgált tartományát?
 - (b) A legsűrűbben elhelyezkedő ponthalmaz, ami egy emberi figurára emlékeztet, a Coma galaxis-halmaz központját jelöli ki. Mi ennek a galaxis-halmaznak a közelítő rektaszcenziója és távolodási sebessége?
 - (c) A Hubble-állandó értéket 72 km/s/Mpc -nek tekintve számítsuk ki a Coma-halmaz távolságát!
 - (d) Ugyanezzel az értékkel számolva milyen messze van a legtávolabbi, még vizsgált galaxisunk?
 - (e) A Coma-halmaz mögött egy szabálytalan ív rajzolódik ki távoli galaxisokból. Ezt az alakzatot Nagy Fal néven emlegetik. Milyen messze található, valamint körívnek feltételezve milyen hosszú?