

ESTUDO DA TÉCNICA MCMC PARA OBTENÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS DE AGLOMERADOS ESTELARES

ROBERTA RAZERA

Orientador: Basílio Santiago (IF/UFRGS)

1 Introdução

Estudamos dois sistemas estelares distantes previamente descobertos por Luque et al, 2017: J0111-1341 e J0225+0304.¹ Para isso, aprendemos a construir e analisar perfis de densidade e diagramas cor-magnitude (CMD) e utilizamos a técnica Markov Chain Monte Carlo (MCMC) para obter parâmetros físicos desses objetos.

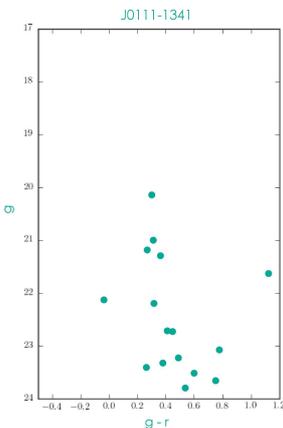


Figura 1

CMD de J0111-1341: no eixo vertical se encontra a magnitude aparente na banda g e no eixo horizontal a cor (g-r).

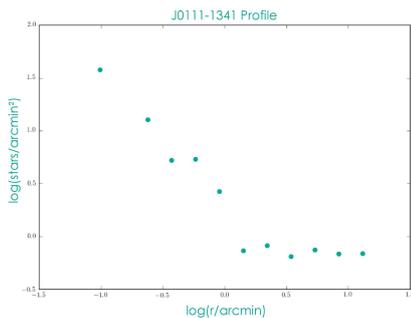


Figura 2

Perfil de densidade de J0111-1341: no eixo vertical mostramos o logaritmo da densidade e no eixo horizontal o logaritmo da distância ao centro do objeto.

2 Método

O QUE É MCMC?

A técnica MCMC é utilizada para encontrar o conjunto de parâmetros para o qual as observações são mais prováveis.²

QUAIS SÃO OS PARÂMETROS AJUSTADOS?

No código, o modelo é amostrado através dos walkers,³ que andam pelo espaço de parâmetros. Em cada ponto, é avaliada a função de verossimilhança sobre todos os dados. As estimativas dos melhores valores dos parâmetros vêm da distribuição de probabilidade marginalizada (Figura 3). No ajuste de perfil exponencial, os parâmetros ajustados são centro (α , δ), ângulo de posição (θ), elipticidade (e), raio a meia-luz (m) e densidade de fundo (Σ_b). No ajuste de isócrona, ajusta-se o logaritmo da idade ($\log(\text{age}[\text{anos}])$), módulo de distância ($m-M$) e metalidade ($[\text{Fe}/\text{H}]$).

AJUSTE DE ISÓCRONAS

A partir de um conjunto de modelos (isócronas), com $\log(\text{age}[\text{anos}])$, $m-M$ e $[\text{Fe}/\text{H}]$, computa-se a menor distância do dado à isócrona. Com esta distância e as incertezas, determina-se a probabilidade da estrela estar sendo descrita por aquele modelo. O produto sobre todas as estrelas é a função de verossimilhança para o modelo.

AJUSTE EXPONENCIAL

Nos ajustes de perfil exponencial, atribui-se uma probabilidade para cada estrela (que é dada pelo perfil utilizado avaliado na posição da estrela). Em seguida, se vê qual a probabilidade do modelo descrever todo o conjunto, o que é feito através do produto sobre todas as estrelas.

3 Resultados

Um dos melhores gráficos para ver os resultados do MCMC é o *corner plot*.⁴ A seguir encontra-se o *corner plot* do ajuste de isócrona para J0111-1341.

Os valores resultantes dos ajustes encontram-se na tabela.

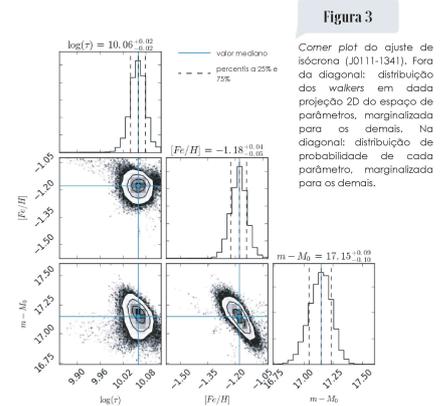


Figura 3

Corner plot do ajuste de isócrona (J0111-1341). Fora da diagonal: distribuição dos walkers em cada projeção 2D do espaço de parâmetros, marginalizada para os demais. Na diagonal: distribuição de probabilidade de cada parâmetro, marginalizada para os demais.

Parâmetro	DES J0111-1341	DES J0225+0304	Unidade
α_{J2000}	01:11:09.172 ^{+0.002} _{-0.002}	02:25:42.4 ^{+21.0} _{-22.2}	h.m.s
δ_{J2000}	-13:41:06.0 ^{+7.2} _{-5.4}	03:04:33.3 ^{+27.6} _{-22.8}	°:':"
θ	-72.55 ^{+37.78} _{-49.35}	45.36 ^{+13.83} _{-11.13}	graus
e	0.25 ^{+0.21} _{-0.17}	0.47 ^{+0.12} _{-0.15}	
Σ_{total}	1.05 ^{+0.00} _{-0.00}	1.68 ^{+0.00} _{-0.01}	estrelas/arcmin ²
r_b	0.60 ^{+0.12} _{-0.08}	3.51 ^{+0.37} _{-0.31}	arcmin
$[\text{Fe}/\text{H}]$	-1.18 ^{+0.04} _{-0.05}	-1.24 ^{+0.05} _{-0.35}	
$\log(\text{Age})$	10.06 ^{+0.02} _{-0.02}	10.07 ^{+0.04} _{-0.02}	
$(m-M)_0$	17.15 ^{+0.09} _{-0.10}	16.99 ^{+0.11} _{-0.27}	

Os resultados mostram-se satisfatórios, coincidindo dentro do intervalo das incertezas.

4 Conclusão

Em nosso primeiro ano de IC, de posse de dados fotométricos, aprendemos diversas ferramentas úteis no estudo de populações estelares. Além disso, se atingiu o objetivo de familiarização com o MCMC e com os dados do DES, através da reprodução dos resultados obtidos por Luque et al, 2017.

5 Referências

- Luque E. et al., 2017, MNRAS, 468, 97
Martin N. F., de Jong J. T. A., Rix H.-W., 2008, ApJ, 684, 1075

¹ Utilizando os dados do Dark Energy Survey (DES).

² A abordagem utilizada é proposta por Martin et al, 2008.

³ No código, são os walkers que definem o modelo, já que um walker em um certo passo é um ponto no espaço de parâmetros.

⁴ Um *corner plot* mostra projeções das distribuições de probabilidade de seus parâmetros.