A probabilistic deep learning model to distinguish cusps and cores in dwarf galaxies

2024/9/24 金田優香

J. Expo´sito-Ma´rquez, C. B. Brook, M. Huertas-Company, A. Di Cintio , A. V. Maccio`, R. J. J. Grand , G. Battaglia and E. Arjona-Ga´lvez MNRAS 2023 Accepted

【Abstract】DMハローの inner slope の probability density function（PDF）を導出するために，convolutional mixture density neural network モデルを開発. モデルは ~82(98)% の銀河に対して $\pm 0.1(0.3)$ の範囲内の推定が可能．4つの Local Group 内の矮小銀河に適用し、Jeans analysis の結果とconsistent.

【Goal】CNN を用いてDMハローの inner slope を推定

【Originality】Jeans analysis より少ないコストで, 複数の可能性を示唆することができるようになった.

【Methods】CNN モデル

学習データ: NIHAO, AURIGA project による stellar mass 10^5~$10^9 M_\odot$ の矮小銀河

183個の $10^4 \sim 200$ 個の星の空間分布と位相空間分布の２次元マップを異なる projection, redshift で10,273個に

output: inner slope に関する PDF を 2つの Gaussian の重ね合わせで表現

【Results】

① inner slope の推定 Fig. 5, 6, Table 1

- モデルは ~82(98)% の銀河に対して $\pm 0.1(0.3)$ の範囲内の推定が可能.

② 推定の uncertainty Fig. 7

- $\sigma_{\rm pos}$ は core と cusp を見分けるのに十分なほど小さい.
- $\sigma_{\rm pos}$ は $\gamma_{\rm Real}$ に対して一様 —> $\gamma_{\rm real}$ に対する推定精度の依存性無し
- $\sigma_{\rm pos}$ の大きさ, peak の数は viewing agle への依存性が大きい. (cusp か core かへの依存性は無し)

③ 観測への適用 Table 19, Fig. 10

- Jeans analysis (Gravsphere, Read et al., 2019) の推定値と比較し，consistent. (Table 19)
- Sculpter に関して，多数の先行研究で小さいcoreがあると考えられ, 一部の研究ではカスプが示唆されていた. 本モデルでは, mild core($\gamma = -0.75$)な peak の他にさらに大きい確率で cusp ($\gamma = -1.08$)が予言された.

【Comments】

どういったデータに対して２つ peak が出るのかが気になる.

学習データ内の特定の情報をマスクして学習させることでどういった情報が影響を与えているのか調べられるのでは.

Fig. 5

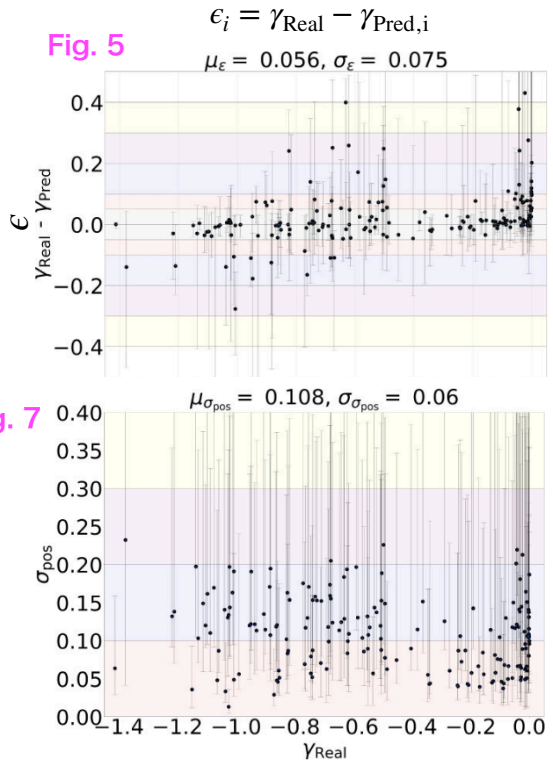


Fig. 6

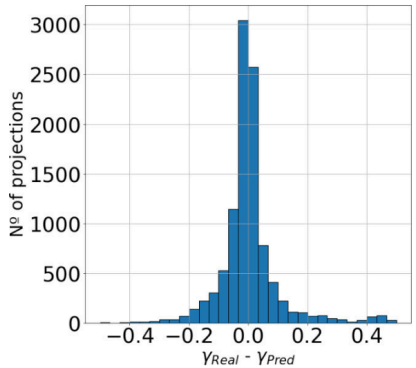


Fig. 7

Table 1

Deviation range ($\pm$ X)	Percentage of projections with $\lvert\epsilon\rvert \leq X$
0.05	66.67
0.1	80.79
0.2	94.35
0.3	98.31
0.4	99.44

Table 19

	$\gamma_{\rm GS}$	$\gamma_{\rm NN}$
Carina	$-1.23^{+0.39}_{-0.35}$	$-1.06^{+0.05}_{-0.04}$
Sextans	$-0.95^{+0.25}_{-0.25}$	$-1.25^{+0.25}_{-0.09}$
Fornax	$-0.30^{+0.21}_{-0.28}$	$-0.38^{+0.01}_{-0.02}$
Sculptor	$-0.83^{+0.30}_{-0.25}$	$-1.08^{+0.08}_{-0.04}$

Fig. 10

