

Particle Swarm Optimization (粒子最適化法) の開発について

- 世の重力波のパラメータ推定は、MCMC法ばかり
- これでよいわけがない
- 連星合体、パルサーはもちろん
- バーストでは方向推定、波形推定など。特に方向推定では、グリッドサーチではlikelihoodを計算するのに、0.5度のグリッドで $2*360*2*180=259200$ 回繰り返す必要がある。これはlow latencyの現在のリミット（数分）を与える部分。
- detcharではクラスタリング、波形推定、スペクトル推定（BayesLine、BayesWaveでは1000秒のデータ処理に1時間かかったりする）など、他の手法を試す価値があると考える。
- 現在Particle Swarm Optimizationを試している。

<https://github.com/gw-analysis/detector-characterization/tree/master/attic/psa>

粒子群最適化

粒子群最適化（りゅうしぐんさいてきか、*Particle Swarm Optimization*、**PSO**）とは、群知能の一種。昆虫の大群や魚群において、一匹がよさそうな経路を発見すると（すなわち、食料を発見したとか安全であるという場合）、群れの残りはどこにいても素早くそれに倣うことができる。

これは多次元空間において位置と速度を持つ粒子群でモデル化される。これらの粒子はハイパー空間を飛びまわり、最善な位置を探す。位置の評価は適応度関数で行う。群れのメンバーは良い位置について情報交換し、それに基づいて自身の位置と速度を調整する。このコミュニケーションは主に次の二種類の方法でなされる。

- 最も良い位置にいる粒子が全体に通知される。
- ローカルなベストの位置にいる粒子が近傍の粒子群に通知される。

位置と速度の更新は以下の式で行われ、これが繰り返される。

- $x \leftarrow x + v$
- $v \leftarrow wv + c_1 r_1 (\hat{x} - x) + c_2 r_2 (\hat{x}_g - x)$
 - w は、慣性定数。多くの場合 1 より若干小さい値が最適である。
 - c_1 と c_2 は群のうちで良い位置に向かう粒子の割合。1 に近い値が多くの場合最適である。
 - r_1 と r_2 は $[0, 1]$ の範囲の値をとる乱数。
 - \hat{x} は、その粒子がこれまでに発見したベストな位置
 - \hat{x}_g は群全体としてこれまでに発見したベストな位置。これをローカルなベスト \hat{x}_l にすれば、上記の後者の方法（近傍への通知）になる。

Particle Swarm Optimization (粒子最適化法) の開発について

最近のPSOを使った論文

- <http://adsabs.harvard.edu/abs/2010PhRvD..81f3002W>
Wang, Yan; Mohanty, Soumya D.
Particle swarm optimization and gravitational wave data analysis:
Performance on a binary inspiral testbed
- <http://adsabs.harvard.edu/abs/2013PhRvD..87f4036P>
Petiteau, Antoine; Babak, Stanislav; Sesana, Alberto; de Araújo, Mariana
Resolving multiple supermassive black hole binaries with pulsar timing
arrays. II. Genetic algorithm implementation
- <http://adsabs.harvard.edu/abs/2014ApJ...795...96W>
Wang, Yan; Mohanty, Soumya D.; Jenet, Fredrick A.
A Coherent Method for the Detection and Parameter Estimation of
Continuous Gravitational Wave Signals Using a Pulsar Timing Array
- <http://adsabs.harvard.edu/abs/2014JPhCS.484a2047P>
Prasad, J.; Souradeep, T.
Cosmological parameter estimation using Particle Swarm Optimization

などなど