**Ch10: Bayesian ML – Dynamic Sharpe Rations and Pairs Trading**

Ch10에서는 ML에 대한 베이지안 접근법이 어떻게 거래전략을 개발하고 평가할 때의 불확실성에 대해 이점을 가지는지 설명함.

**1. How Bayesian machine learning works**

고전 통계학이 확률을 장기적으로 수많은 사건/시도 후 상대적 빈도로 보는데 비해 베이지언은 사건의 신뢰성을 측정하는 수단으로 확률을 봄. 따라서 현실세계에서 충분히 장기적으로 관찰할 수 없거나 사건의 수가 적어서 주관적 해석이 좀 더 필요할 때 베이지언이 유용하게 쓰일 수 있음.

보통 우리가 사용하는 통계적 추론은 빈도 확률론자(frequentist)의 관점. (시행의 결과를 보고, 가장 그럴듯한 확률을 추정) 한편 현실세계에서는 어떤 확률값이 어때야 한다, 같은 일종의 선입견을 갖고 있는 상태에서 확률을 계산해야 할 때가 있음. 이러한 '선입견'을 수치화 해서 계산에 포함시키고자 하는게 베이지안 확률론자의 관점이 가지고 있는 기본 철학.

2)에서 예시와 함께 설명

1) How to update assumptions from empirical evidence

베이지언 추정은 확률 분포로 표현되며 이는 사전 가정과 data의 변화에 따라 업데이트 됨.

2) Exact inference – maximum a posteriori estimation

<https://theeluwin.postype.com/post/6001466>

3) Deterministic and stochastic approximate inference

Stochastic한 접근법과 Deterministic한 접근법이 있음. MCMC sampling에 기반한 Stochastic technique은 많은 영역에서 베이지언 방법론을 사용할 수 있게 함. Deterministic 접근법은 변분 추론이라고도 할 수 있는데 <https://ratsgo.github.io/generative%20model/2017/12/19/vi/>

HMC & NUTS

하나 이상의 구성 요소의 conditional distribution이 closed form이 아닐 때, 즉 알지 못하는 분포일때 사용하는 방법으로 MH 알고리즘을 사용하여 적절한 conditional distribution에서 샘플링하도록 개발된 알고리즘. (고전역학에서 비롯)

<https://blog.naver.com/mutagen518/221708480946>

<https://stats.stackexchange.com/questions/311813/can-somebody-explain-to-me-nuts-in-english>

<http://www.secmem.org/blog/2019/02/11/fmmc/>

**2. Probabilistic programming with PyMC3**

1) Bayesian machine learning with Theano

PyMC3는 MCMC sampling과 변분추론을 가능하게 하는 python 라이브러리로, computational backend로써 Theano를 사용. (Theano는 TensorFlow 이전에 최적화 라이브러리였으며 2019년 릴리즈된 PyMC4는 Theano대신 TensorFlow를 사용함.)

2) The PyMC3 workflow: predicting a recession

Ch6에 나온 frequentist approach에서 파라미터를 추정하여 data point가 속한 class를 찾는 점추정과 반대로, 베이지언 로지스틱 리그레션은 파라미터가 아닌 사후 확률 분포를 추정한다.

**3. Bayesian ML for trading**

1) Bayesian Sharpe ratio for performance comparison

확률적 모델로서의 Sharpe ratio를 모델링하고자 함.

2) Bayesian rolling regression for pairs trading

페어 트레이딩의 전략은 유사한 주가 흐름을 갖는 pair 를 찾은 후 헤지 비율을 정하고, 매수매도에 관한 규칙을 정하는 과정을 거친다. 두 주식의 주가 흐름이 비슷한 정도, 즉 상관계수를 확인 하는데 PyMC3의 pm.GaussianRandomWalk 을 사용.

3) Stochastic volatility models

베이지언 통게는 stochastic process를 통해 자산가격의 변동성을 잠재 변동성 변수로 표현. 이러한 모델을 사용한 NUTS를 이용해 주가데이터의 변동성을 추적함.