

Ca²⁺ hendelser i astrocytter som realisasjoner av gammaprosser

Presentasjon masterseminar

Eivind Tørstad

med Céline Cunen, Gudmund Hermansen og Rune Enger

Februar 2023

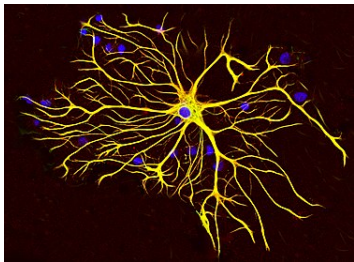
Oversikt

Astrocytters rolle i sentralnervesystemet

Dataproessering - ROA algoritmen

Litteraturoppsummering

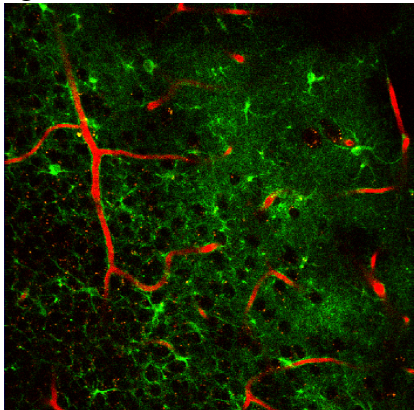
Modellering som gammaprosess



Astrocytter er en subtype av glia-celler, den nest mest vanlige type cellen i sentralnervesystem, etter nevroner. Astrocytter finnes hovedsaklig i hjernen, de er stjerneformede med lange armer(endfoot) og et sentrum(soma). Armene strekker seg vanligvis rundt andre viktige strukturer i hjernen som synapser og blodårer for å regulere en rekke viktige funksjoner:

- ▶ Glykogen buffer
- ▶ Metabolisk støtte for nevroner
- ▶ Blodgjennomstrømming og CSF
- ▶ Potassiumkonsentrasjon

Astrocytter regulerer funksjoner i sentralnervesystem ved Ca^{2+} bølger, som kommer av en høyning av Ca^{2+} nivået i cellen (en Ca^{2+} hendelse) og som så påvirker andre strukturer i hjernen. Vi kan måle Ca^{2+} nivået in vitro i en spesifikk celle, eller over en region med celler ved å først injisere flurosensindikatorer i hjernen og deretter måle flurosensnivået ved 2-foton mikroskopi.



ROA-algoritmen

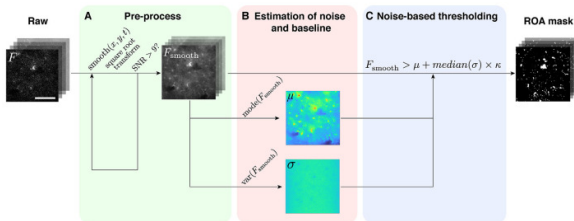


Figure: Visualisering av ROA-algoritmen, Bjørnstad, Åsbjørnsbråten et al.(2020)

$F_i(t)$ er gråverdien til piksel i på tidspunkt t ,

$$F_i(t) \longrightarrow F'_i(t) \longrightarrow F_i^*(t) = \sqrt{F'_i(t)}$$

$$ROA_i(t) = \begin{cases} 1, & \text{hvis } F_i^*(t) \geq \hat{\mu}_i + k \cdot \hat{\sigma}_i \\ 0, & \text{ellers} \end{cases}$$

$$ROA(t) = n^{-1} \sum_{i=1}^n ROA_i(t)$$

ROA-algoritmen

C:/Users/eivin/Documents/master/AQP_ML_data/01282021-1046-017-roa.csv

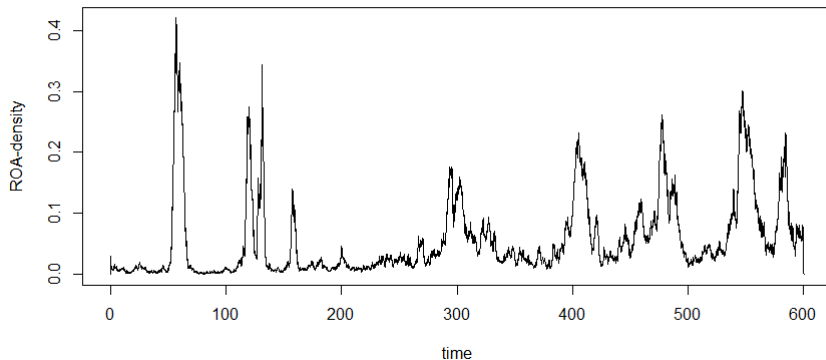


Figure: En typisk tidsrekke med ROA-data

Hvordan modellere dette?

Tidligere forsøk - ikke overbevisende

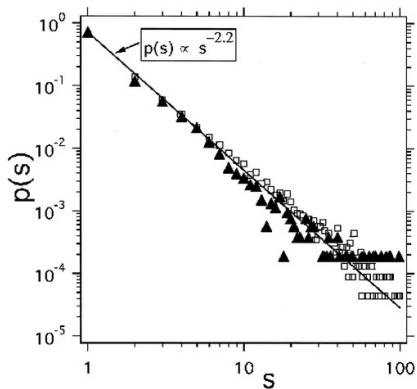


Figure: Jung et al. (1998)

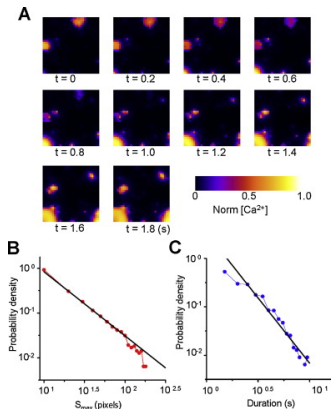


Figure: Wu et al. (2014)

Tid siden forrige hendelse

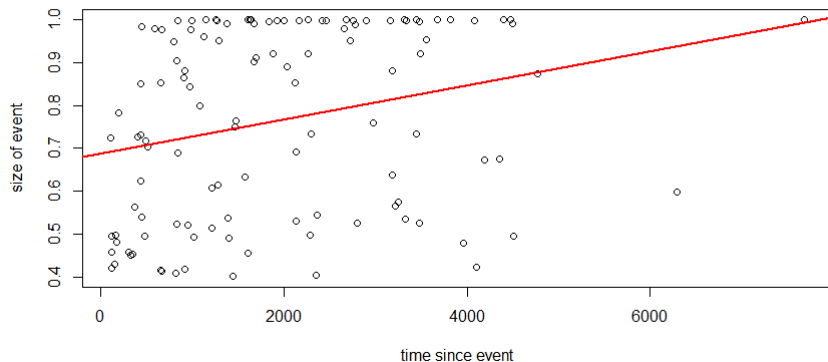


Figure: Enkel regresjon på tid siden forrige Ca^{2+} hendelse

Hva er en gammaprocess?

- ▶ Gammafordelingen er gitt ved
$$g(z, a, b) = \frac{b^a}{\Gamma(a)} z^{a-1} e^{-bz}, \quad G(c, a, b) = \int_0^c g(z, a, b) dz$$
- ▶ $E(Z) = \frac{a}{b}, \quad \text{Var}(Z) = \frac{a}{b^2}$
- ▶ Gitt uavhengige variabler dZ_1, dZ_2, \dots, dZ_n som er gamma-fordelte med parametere $(a_1, b), (a_2, b), \dots, (a_n, b)$, b har vi at $Z = \sum_{i=1}^n dZ_i \sim \text{Gamma}(\sum_{i=1}^n a_i, b)$.
- ▶ En gammaprocess $\{Z(t) : t > 0\}$ er en sum av n uavhengige, positive inkremitter
 $dZ(t) \sim \text{Gamma}(a dt, b), dZ(t) = Z(t + dt) - Z(t)$ s.a.
 $Z(t) = \sum_{s=1}^n dZ(s) \sim \text{Gamma}(\sum_{s=1}^n at, b)$.

gammaprocess fortsatt