

Quelques exemples d'interactions entre probabilités et sciences du vivant

Didier Piau
Institut Fourier

Après-midi du pôle MSTIC sur
« Bio-informatique/bio-mathématiques »
17 juillet 2007

1. Segmentations de lentivirus
2. Isochores
3. Arborescences
4. Dynamiques de graphes aléatoires
5. Évolution de séquences génomiques

Segmentations de lentivirus

(Retroviridae) EIAV, BIV, CAEV, SRLV, FIV, SIV, HIV

Segmentation naturelle entre des boucles externes (variables) et des portions internes (constantes); et évolution très rapide

Réalisation : caractérisation statistique de la segmentation C / V

“Portable” de certains lentivirus à d’autres

Maintenant : description parcimonieuse; puis calculs de distances

Ensuite : estimation d’ordre de modèles markoviens, entropies, etc.
(méta-populations?)

Aurélia Quillon (INRA, post-doc), Caroline Leroux (INRA, DR)

Isochores

Régionalisation des génomes, approche par HMM

Réalisation : durées de séjour non géométriques représentables par macro-états ; algorithmes de reconstruction du chemin optimal (forward-backward modifié) ; segmentations plus précises, rôle des régions UTR (Homo)

Réalisation : mise en évidence de nouvelles structures “d’isochores” dans des génomes de poissons (par comparaison avec des orthologues)

Christelle Melo de Lima (LECA), Christian Gautier (Lyon, biologie)

Arborescences

Algorithmes d'alignement d'arborescences

Modèles d'arbres de Markov cachés

Processus de branchement avec dépendance

Caractéristique : phénomènes transients et à horizon fini

ACI, coordination Yann Guédon (CIRAD), Jean-Baptiste Durand (LJK), etc.

Dynamiques particulières et graphes aléatoires

Modèles à la Erdős-Rényi : degrés des sommets de loi géométrique

Puis : constructions dynamiques, modèles d'attachements

préférentiels, phénomènes small-world (Albert, Barabasi, etc.,

David Aldous, Newman-Strogatz)

Caractéristiques : corrélations, centralité, hiérarchie entre nœuds et liens, taille de cliques, etc.

Approche stochastique : tirage aléatoire d'un graphe dans une classe donnée, objet typique ?

Objectifs : phénomènes de seuil ; dynamique pour des réseaux (métaboliques ? protéine-protéine ?)

Outils : systèmes de particules ? descriptions par mesures de Gibbs ?

Graphes aléatoires (contd.)

Pas de consensus établi sur la construction de graphes réalistes (mais approche des “demi-liens”), trop de solutions!

Résilience (locale) (Sudakov et Vu) : à quel point faut-il modifier un graphe (localement) pour lui faire perdre la propriété P ; constructions aléatoires résilientes ? pannes versus attaques, etc.

Antoine Gerbaud (IF, thèse en co-direction), Bernard Ycart (LJK), Étienne Birmelé (Évry, Génopole), etc.

Évolution de séquences avec influence du voisinage

Motivation : îlots CpG dans les séquences génomiques

Modèle le plus simple : $1 + r$

1 = taux de mutation de x vers y dans l'alphabet $\{A,C,G,T\}$

r = taux de mutation de CpG vers CpA et TpG

Malgré le cône de dépendance, on peut calculer les fréquences stationnaires et caractériser la dynamique (sans Bethe Ansatz, sans approximation de Kikuchi, ...)

Jean Bérard (Lyon, maths), Jean Lobry, Laurent Duret, Laurent Gueguen, Leonor Palmeira (Lyon, biologie), etc.

Un objectif : construire des phylogénies

Pour l'instant : estimation du temps écoulé entre une séquence actuelle et une séquence ancestrale

Puis : temps depuis l'ancêtre commun le plus récent de deux séquences actuelles, puis arbres (enracinés)

Ensuite : stabilité d'arbres phylogénétiques

Robustesse du maximum de vraisemblance (bootstrap hiérarchique, approches analytiques sur des modèles-jouets, etc.)

Encore ensuite : descriptions hors équilibre

Mikael Falconnet (IF, thèse), Manolo Gouy (DR CNRS, biologie), Avner Bar Hen (statistique, Paris 5), etc.

Modèles aléatoires de l'évolution et du vivant (ANR)

LATP, Marseille (Étienne Pardoux)

Écologie ÉNS (Amaury Lambert)

TIMC (Olivier François)

Évolution à l'échelle moléculaire

Évolution adaptative

Forme des arbres aléatoires

Coalescence

Merci de votre attention.

`Didier.Piau@ujf-grenoble.fr`

`www-fourier.ujf-grenoble.fr/~dpiau`