

[COVID Information Commons \(CIC\) Research Lightning Talk](#)

[Transcript of a Presentation by Michael Chertkov \(University of Arizona\), November 15, 2021](#)



Title: *Graphical (and Agent Based) Models of Pandemic*

[Michael Chertkov CIC Database Profile](#)

NSF award #: [2027072](#)

[Youtube Recording with Slides](#)

[November 2021 CIC Webinar Information](#)

Transcript Editor: Julie Meunier

Transcript

Michael Chertkov:

Slide 1

Je vous remercie de votre attention. Je m'appelle Misha Chertkov et je vais vous parler des modèles graphiques de la pandémie. Je mentionnerai également les modèles basés sur les agents, et je me situe donc du côté de la masse appliquée. Poursuivons.

Slide 2

C'est en quelque sorte la feuille de route des activités que nous avons entamées, en fait, cette pandémie. Ce dont je vais vous parler est basé sur ces deux documents qui sont disponibles dans les archives. Seule l'entrée de certaines parties de cette feuille de route est couverte, et je parlerai en particulier de l'inférence, de la prédiction et de la prévention des pandémies. Il y a beaucoup d'autres aspects que nous prévoyons d'aborder, et l'une des raisons pour lesquelles je parle ici est peut-être de chercher des collaborateurs.

Slide 3

Tout a commencé par des données, et nous avons obtenu un grand nombre de données sur la façon dont la pandémie s'est exprimée. Il y a toutes sortes de données biologiques, épidémiologiques, géographiques, sur la mobilité de l'environnement, ce qui est très important pour ce que nous faisons, etc. Je ne veux pas lire ce tableau au pied de la lettre, mais je voulais souligner qu'il s'agit d'un nouvel ingrédient important pour que les modélisateurs comme moi commencent à réfléchir, et vous aussi d'ailleurs, à lancer de nouveaux projets de modélisation de la pandémie.

Slide 4

Au niveau de la modélisation, nous parlons de niveaux de résolution très différents et de sources d'information très différentes, en particulier des données que j'ai mentionnées, et de différentes expertises qui sont certainement nécessaires. Ma position aujourd'hui, dans le cadre de cet exposé, se situera quelque part au milieu, en ce sens que nous parlerons des cartes géographiques et des géographies (c'est ainsi que nous les appelons). Je ne parlerai pas d'un modèle très agrégé, ce que nous appelons les modèles compartimentaux, même s'ils ont constitué une première étape très importante dans la modélisation de la pandémie en général, et pas seulement du COVID. D'ailleurs, tout ce dont je parlerai peut être généralisé à d'autres pandémies et à d'autres situations, non seulement virales mais aussi sociales. Je parlerai principalement de ce que vous appelez les modèles graphiques, mais je mentionnerai également les modèles basés sur des agents.

Slide 5

Il s'agit d'un autre diagramme qui met en jeu les échelles. Nous nous intéressons principalement à ces projets à l'échelle d'un quartier, d'une ville comme Tucson ou d'un comté, mais cette modélisation ou ce type de paradigme s'étend bien sûr à d'autres échelles. Nous prévoyons ce qui se passera en cas d'injection d'une infection dans une ville donnée, par exemple, par le biais d'un super propagateur, et nous projetons ce qui se passera dans deux ou trois semaines. Bien entendu, il ne s'agit pas seulement de prédire, mais aussi de prévenir. En premier lieu, j'ai mentionné les données. Nous voulons apprendre les paramètres de notre modèle, donc tout cela est un parapluie univoque.

Slide 6

Les modèles à très haute résolution sont connus sous le nom de modèles basés sur des agents. Avant le début de la pandémie, nous disposions d'une grande expertise en la matière dans le monde, mais très peu d'entre eux, en fait un seul, était une source ouverte. Aujourd'hui, la liste des ABM (c'est ainsi que nous appelons les modèles à base d'agents) est pratiquement ouverte. Nous pouvons tous jouer avec eux et les étendre. Ils tiennent compte de différents effets tels que le masquage, la mise en quarantaine, etc. et ce travail est en cours, ce qui est très excitant et très important.

Slide 7

Aujourd'hui, nous développons également un logiciel de modèle basé sur les agents. Il n'est pas encore public, mais nous nous dirigeons vers lui. En fait, nous mettrons un article à ce sujet dans les archives.

Slide 8

Eh bien, les caractéristiques des modèles basés sur les agents. Ils sont en fait le cheval de bataille de l'épidémiologie. Ils résolvent le problème des individus. Nous parlons de la ville de Seattle, par exemple 700 000 personnes. Donc, 700 000 agents, c'est extrêmement lourd. Vous ne pouvez pas modéliser et vous ne pouvez pas empêcher cette résolution, vous devez donc avoir des modèles réduits. C'est ce dont je vais commencer à parler très bientôt.

Slide 9

Les modèles graphiques sont une façon de procéder à cette réduction de modèle à grain fin. Ils sont macroscopiques, contrairement aux ABM, qui sont microscopiques, et sont censés être efficaces. Ils sont

probabilistes, donc ils comptent. Ils ne répondent pas aux questions par l'affirmative, mais vous donnent des estimations de probabilités, et ils sont axés sur les données. Il y a différentes entrées et différentes questions que vous pouvez poser, en particulier, quelle est la probabilité d'injection d'une infection que vous avez comme menace.

Slide 10

Je vais vous présenter une diapositive très schématique, basée sur un article très célèbre, très connu, mais pas dans le domaine de l'épidémiologie, dans celui de l'informatique. Cet article traite de la propagation de la désinformation ou de l'information sur Internet. Aujourd'hui, je l'associe un peu au mouvement épidémiologique. Imaginez que j'ai cette grille, et que chaque nœud de la grille représente un quartier. En fait, ce voisinage est à l'instant "zéro" et le rouge est infecté. La règle du jeu veut donc que je ne reste infecté que pendant une étape, puis que je devienne noir. Noir signifie éliminé, et si je suis bleu, je suis susceptible d'être infecté. Il s'agit d'un modèle probabiliste. Il se résout essentiellement par des connexions possibles. On se retrouve avec un échantillon particulier, qui est de deux couleurs : noir et bleu. Il s'agit d'un échantillon, ce qui signifie qu'il existe une certaine probabilité que cela se produise en fonction de l'infection initiale. Vous voulez répondre à la question : Quelle est la configuration la plus probable, ou quelle est la probabilité d'une infection particulière ?

Slide 11

C'est le cas si je cartographie la ville de Seattle. C'est une illustration de la manière dont ce type de modèle fonctionnerait, de sorte que les paramètres caractérisent maintenant ces probabilités d'infection entre voisins. Il faut apprendre à extraire des données. Je mets tout cela sur le support. Je vous montre comment j'ai commencé. Supposons que j'ai une infection ici et que c'est là que j'aboutis. Il s'agit d'un certain nombre d'étapes, de sorte qu'une étape particulière est intermédiaire. Vous voyez que le noir est assez répandu, mais pas uniformément, et c'est ce que nous voulons étudier.

Slide 12

Le modèle qui décrit cet état final est un modèle connu du point de vue statistique, mais aussi du point de vue physique, sous le nom de "modèle d'Ising". Ce n'est pas exactement la même chose. Il s'agit d'un graphique qui représente la connexion entre les différents quartiers. Ces "j" représentent les forces de l'interaction - la fréquence des déplacements et l'importance de ces déplacements. L'âge est un biais local. Il s'agit de savoir à quel point on le protège, à quel point on le masque, quelle est la politique, etc.

Slide 13

Vous pouvez maintenant poser des questions comme celles que j'ai mentionnées précédemment. Quelle est la probabilité que l'infection se propage ? Disons que la moitié de la ville de Seattle trois [jours ?] après cette infection initiale est fondamentalement infectée (injection de l'infection initiale). Il y a beaucoup de questions différentes, beaucoup de conclusions que l'on peut tirer. Vous pouvez constater que très souvent, dans cette ville densément peuplée, tout le monde est infecté ou personne ne l'est, ce qui entraîne une transition brutale, appelée transition de phase de la physique des masses appliquée. Vous dépendez beaucoup des données. Les données vous permettent de calibrer votre modèle, et vous pouvez résoudre ce problème non seulement au niveau d'une ville, mais aussi au niveau du Wisconsin. Vous pouvez aller dans le Wisconsin, par exemple, qui est beaucoup plus rural que la côte ouest.

Slide 14

Là encore, il s'agit de questions différentes, mais permettez-moi de passer à ce que vous pouvez faire en matière de prévention.

Slide 15

Vous pouvez placer ces modèles graphiques dans ce cadre de prévention, et dans ce cadre de prévention, vous posez essentiellement des questions telles que "comment puis-je changer ?", "comment puis-je introduire, et si nécessaire, faire respecter le mandat de masquage si je veux peut-être limiter le trafic ?".

Slide 16

Pensez-y de manière un peu abstraite comme ce polytope dans un espace de caractéristiques. Si je suis à l'intérieur de ce polytope, je suis vert. Je suis bon. Si je suis à l'extérieur, je suis mauvais, et je dois me projeter vers ce point. C'est le type de formulation mathématique que vous avez pour ce problème de prévention.

Slide 17

Nous jouons avec cela. Ce qui nous intéresse ici, c'est une méthodologie de développement. La méthodologie doit être efficace, et c'est ce que nous testons. Donc, encore une fois, la méthodologie, mais nous voulons bien sûr être pratiques et projeter des problèmes réels, à de vrais, par exemple, la ville de Seattle.

Slide 18

Il y a beaucoup de travail en cours pour le personnel. Je vous ai parlé un peu de l'inférence, mais je ne vous ai pas beaucoup parlé de l'apprentissage et de l'ensemble du pipeline de modélisation, des données à la haute résolution, puis à la basse résolution. C'est ce qui nous attend.

Slide 19

Il s'agit d'une équipe non seulement de Tucson, mais aussi de San Diego.

Slide 20

Je vous remercie de votre attention.

Lauren Close:

Merci, Misha. C'était très bien. Je rappelle à tous les membres de l'auditoire de ne pas oublier de poser leurs questions dans le chat ou de les conserver pour la séance de questions et réponses qui aura lieu à la fin des présentations. Florence recueillera les questions de chacun et nous en parlerons à la fin du webinaire d'aujourd'hui. J'aimerais maintenant souhaiter la bienvenue à Amanda Leggett, qui nous vient de l'université du Michigan.