



We beschouwen een land dat is opgedeeld in vierkante cellen. Iedere cel kan zich in één van vier toestanden bevinden: 'Urban', 'Nature', 'Agriculture' & 'Forest'. We wensen te bestuderen hoe het gebruik van het land evolueert over de tijd. Iedere discrete stap in de tijd stemt overeen met één jaar.

Een cel kan twee mogelijke transitities ondergaan: 'urbanization' & 'ruralization'. In een gegeven tijdsstap wordt slechts één van beide transformaties uitgevoerd. De waarschijnlijkheid van een bepaalde transitie voor een bepaalde cel is een parameter in het model (k_{urban}) e.g. indien $k_{urban} = 0.6$ zal 60% van de cellen 'urbanization' en 40% 'ruralization' ondergaan. De transitities werken als volgt:

Urbanization

- 'Urban' op tijdstip $t \rightarrow$ 'Urban' op tijdstip $t + 1$
- De waarschijnlijkheid dat een andere status 'Urban' wordt is gegeven door

$$P(\overline{Urban} \rightarrow Urban) = \frac{c_{status}}{8} \sum_{\text{Urban buren}} \tanh\left(\left(t_{buur,urban} + \frac{1}{2}\right)/40\right)$$

waarbij $t_{buur,urban}$ het aantal jaren beschrijft dat een buur zich al in de toestand urban bevindt en c_{status} een coëfficiënt is die rekening houdt met de huidige status van de cel (1/2 voor 'Nature', 1/4 voor 'Agriculture' en 1/8 voor 'Forest'). Dit zorgt ervoor dat 1) er geen steden uit het niets verschijnen en 2) een niet 'Urban' cel omringd door acht oude urban cellen bijna zeker ook 'Urban' wordt.

Ruralization

- 'Urban' op tijdstip $t \rightarrow$ 'Urban' op tijdstip $t + 1$
- 'Forest' op tijdstip $t \rightarrow$ 'Forest' op tijdstip $t + 1$
- een natuurzone kan uitgroeien tot een bos:

$$P(Nature \rightarrow Forest) = \frac{1}{9} (1 + n_{forest}) \tanh(t_{nature}/20)$$

waarbij t_{nature} het aantal jaren beschrijft dat een cel zich al in de toestand 'Nature' bevindt en n_{forest} het aantal burens beschrijft die in de toestand 'Forest' zijn.

- landbouw kan worden omgevormd tot natuurgebied:

$$P(Agriculture \rightarrow Nature) = \frac{1}{8} \sum_{\text{Nature buren}} \tanh(t_{buur,nature}/10)$$

Vragen

Voor een bepaalde startconfiguratie wensen we een illustratie te maken van de evolutie van de samenstelling van het land in functie van de parameter k_{urban} .

1. Maak een schema en een analyse van wat er geïmplementeerd moet worden (op papier).
2. Beschrijf hoe u het gaat implementeren (op papier).
3. Implementeer dit.
4. Voer een aantal testgevallen uit.
5. Beschrijf de problemen die u nog steeds ondervindt.
6. Beschrijf de beperkingen van uw implementatie.

U kan uw code uploaden op BelADL (ES313 > Test 173Pol)

Nous considérons un pays divisé en cellules carrées. Chaque cellule peut être dans l'un des quatre états suivants : 'Urbain', 'Nature', 'Agriculture' et 'Forêt'. Nous souhaitons étudier l'évolution de l'utilisation des terres au fil du temps. Chaque pas discret dans le temps correspond à une année.

Une cellule peut subir deux transitions possibles : 'urbanisation' et 'ruralisation'. Dans un pas de temps donné, une seule des deux transformations est effectuée. La probabilité d'une certaine transition pour une certaine cellule est un paramètre du modèle (k_{urban}), par exemple si $k_{urban} = 0.6$, 60% des cellules subiront la transition 'urbanisation' et 40% la transition 'ruralisation'. Les transitions se déroulent comme suit :

Urbanisation

- 'Urbain' à l'instant $t \rightarrow$ 'Urbain' à l'instant $t + 1$
- La probabilité qu'un autre état devienne 'Urbain' est donnée par

$$P(\overline{Urban} \rightarrow Urban) = \frac{c_{status}}{8} \sum_{\text{Urban voisins}} \tanh\left(\left(t_{voisin,urban} + \frac{1}{2}\right)/40\right)$$

où $t_{voisin,urban}$ décrit le nombre d'années pendant lesquelles un voisin est déjà dans l'état urbain et c_{status} est le coefficient qui prend en compte l'état actuel de la cellule (1/2 pour 'Nature', 1/4 pour 'Agriculture' et 1/8 pour 'Forêt'). Cela garantit 1) qu'aucune ville n'apparaît de nulle part et 2) qu'une cellule non urbaine entourée de huit anciennes cellules urbaines devient presque certainement urbaine elle aussi.

Ruralisation

- 'Urbain' à l'instant $t \rightarrow$ 'Urbain' à l'instant $t + 1$
- 'Forêt' à l'instant $t \rightarrow$ 'Forêt' à l'instant $t + 1$
- une zone naturelle peut devenir une forêt :

$$P(Nature \rightarrow Forest) = \frac{1}{9} (1 + n_{forest}) \tanh(t_{nature}/20)$$

où t_{nature} décrit le nombre d'années pendant lesquelles une cellule a été dans l'état 'Nature' et n_{forest} décrit le nombre de voisins qui sont dans l'état 'Forêt'.

- L'agriculture peut être transformée en réserve naturelle :

$$P(Agriculture \rightarrow Nature) = \frac{1}{8} \sum_{\text{Voisins Nature}} \tanh(t_{voisin,nature}/10)$$

où $t_{voisin,nature}$ décrit le nombre d'années pendant lesquelles une cellule a été dans l'état 'Nature'.

Questions

Pour une configuration de départ donnée, nous voulons illustrer l'évolution de la composition du pays en fonction du paramètre k_{urban} .

1. Faire un diagramme et une analyse de ce qui doit être mis en œuvre (sur papier).
2. Décrire comment vous allez le mettre en œuvre (sur papier).
3. Effectuer l'implémentation.
4. Effectuer quelques tests de fonctionnement.
5. Décrire les problèmes que vous rencontrez encore.
6. Décrire les limites de votre implémentation.

Vous pouvez télécharger votre code sur BelADL (ES313 > Test 173Pol)