
Journal de l'OSGeo

Le Journal de l'Open Source Geospatial Foundation

Volume 2 / Septembre 2007

Dans ce volume

Les bases de la topologie

1Spatial : *Concepts de qualité des données*

Introduction à MapWindow & GeoNetwork

LizardTech : *Pourquoi utilise-t-on des logiciels Open Source*

Rapport des Local Chapter : Taiwan, U.K., Francophone, Espagnol ...

Étude de cas : UN FAO, Traçage des navires de pêche ...

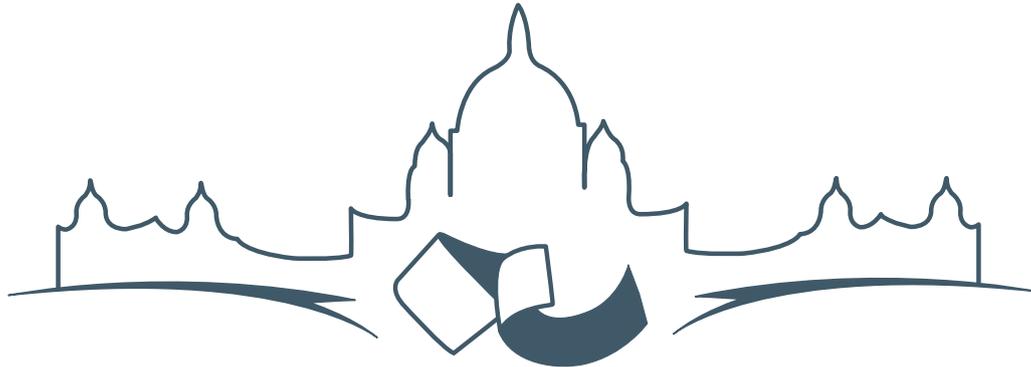
Rapport d'événements communautaires : Inde, France

Traitement distribué et GRASS

Actualités et mise à jour des logiciels ...

Table des matières

Étude thématique	2
Relations Spatiales dans les SIG – L'essentiel de la Topologie Spatiale	2



**2007 FREE AND OPEN SOURCE SOFTWARE
FOR GEOSPATIAL (FOSS4G) CONFERENCE**
VICTORIA CANADA  SEPTEMBER 24 TO 27, 2007

Étude thématique

Relations Spatiales dans les SIG – L'essentiel de la Topologie Spatiale

par Landon Blake, traduit par Marie Silvestre

Introduction

Cet article fournit au lecteur une introduction à la topologie spatiale. Il se situe dans le prolongement de l'article issu de la parution précédente du Journal de l'OSGeo qui fournissait une introduction aux relations spatiales dans les SIG. Cet article est destiné au lecteur ayant des connaissances de base en SIG et n'aborde pas de concept avancé. Pour en tirer le meilleur parti, le lecteur doit [1] comprendre ce qu'est une "entité" dans le contexte des SIG, [2] comprendre que les entités sont habituellement représentées par des géométries de type vecteur telles que des points, des lignes et des polygones et, [3] avoir des connaissances de base en géométrie et en système de coordonnées.

Qu'est-ce que la topologie ?

Le terme "topologie" se définit de plusieurs façons. Le *dictionnaire du Random House Webster's College* définit la topologie comme "l'étude mathématique des propriétés des formes géométriques qui restent inchangées après certaines transformations

telles que le pliage et l'étirement." Si vous vouliez traduire cette définition en des termes plus simples, vous pourriez dire que la topologie est "l'étude des relations entre des formes ou des géométries qui ne changent pas lorsque ces formes ou ces géométries sont sujets à une transformation ou une manipulation classique." Dans les SIG, la topologie peut être considérée comme un type particulier de relation spatiale. C'est une relation spatiale qui ne dépend pas des coordonnées géométriques des formes ou des géométries prenant part dans la relation.

Un court exemple va nous aider à comprendre cette définition de la topologie spatiale. Considérez deux segments de lignes qui s'intersectent. Vous pouvez appliquer un certain nombre de transformations à chacune des lignes, telle qu'une translation, une rotation, une homothétie ou une déformation, et les lignes vont toujours s'intersecter. Le fait que deux segments de ligne s'intersectent ne change pas si les transformations sont appliquées aux deux lignes de la même manière. Par ailleurs, nous n'avons pas besoin de savoir quoi que ce soit sur les coordonnées géométriques des deux lignes pour comprendre ce type particulier de relation spatiale. Par conséquence, l'intersection de deux lignes est une relation topologique.

Ceci est différent du cas typique de relation spa-

tiale dont nous avons parlé dans le premier article sur ce sujet. Par exemple, l'angle intérieur formé par deux segments de ligne changera si les deux segments sont déformés ou étirés. C'est un exemple de relation spatiale qui n'est pas topologique.

Objet de l'article

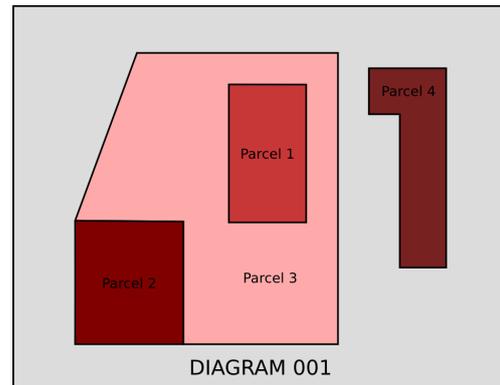
Dans cet article nous traiterons spécifiquement de la topologie qui existe entre deux entités modélisées par des "géométries vectorielles". Pour les besoins de l'article, nous définirons les "géométries vectorielles" comme des formes pouvant être décrites par des distances, des angles ou des coordonnées. La forme et la position des entités dans les SIG sont habituellement décrites par deux dimensions mais peuvent être décrites par une seule dimension ou trois ou plus. Dans cet article, nous allons nous concentrer sur la topologie qui peut exister entre des objets du monde réel représentés en deux dimensions uniquement. Nous allons seulement parler de deux types de topologie spatiale dans cet article. Le premier type sera l'inclusion et l'adjacence. Le deuxième type sera la topologie de réseau.

Topologie d'Inclusion & d'Adjacence

Le premier type basique de topologie spatiale dont nous allons parler est l'inclusion et l'adjacence. Ce type de topologie considère deux types similaires de relation spatiale. Le premier est que la géométrie d'une entité peut contenir ou être contenue par une autre. Le deuxième est que la géométrie d'une entité peut être proche, le long de ou adjacent à une autre.

Un exemple va nous aider à comprendre la topologie d'inclusion et d'adjacence. Le schéma 001 montre un groupe de polygones qui peuvent être utilisés pour représenter des parcelles dans un SIG. Considérons la topologie d'inclusion et d'adjacence évidente dans ce schéma.

- La parcelle 1 est contenue par la parcelle 3.
- La parcelle 3 contient la parcelle 1.
- La parcelle 3 est adjacente à la parcelle 2.
- La parcelle 2 est adjacente à la parcelle 3.
- La parcelle 4 n'est pas contenue par, ne contient pas et n'est pas adjacente aux parcelles 1, 2 ou 3.



De cet exemple on peut voir que les relations d'inclusion et d'adjacence peuvent être exprimées de manière bi-directionnelle. Donc si la parcelle 1 est contenue dans la parcelle 3, la parcelle 3 doit nécessairement contenir la parcelle 1.

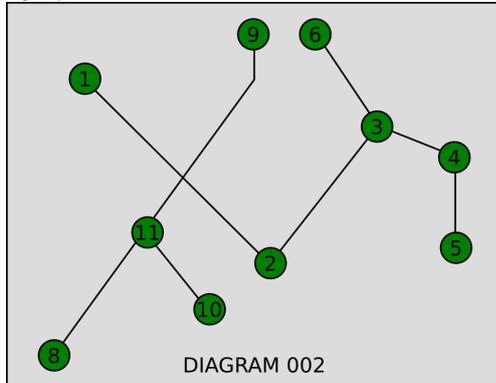
Topologie de réseau

Le deuxième type classique de topologie spatiale qui sera abordée est la topologie de réseau. La topologie de réseau représente les relations entre segments d'un réseau linéaire ou une collection de segments de ligne. (Il peut s'agir de segments de ligne droite, de segments de ligne courbe ou les deux). Il y a 3 types de relation classique entre des segments de ligne qui sont importants en topologie de réseau.

1. Le point terminal d'un segment de ligne peut connecter un point terminal d'un autre segment de ligne. Cette connection est appelée un nœud
2. Un segment de ligne peut intersecter un nœud sans se connecter à ce nœud ou aux segments de ligne qui se connectent sur ce nœud. (Cela arrive souvent quand un segment de ligne passe "au-dessus" ou "en-dessous" d'un nœud. Par exemple, une voie de chemin de fer peut passer par-dessus la jonction de deux ruisseaux.)
3. Un segment de ligne peut intersecter un autre segment de ligne.
4. Un segment de ligne peut se terminer sur un point le long d'un segment de ligne. Typiquement, ce point de terminaison est également représenté par un nœud.

Un exemple va nous aider à comprendre la topologie de réseau. Le schéma 002 montre un ensemble de segments de ligne qui peut être utilisé pour représenter un réseau de routes dans un SIG. Le point terminal de chaque segment est représenté

par un nœud. Chaque nœud a été numéroté sur le schéma pour les besoins de notre discussion. Considérons quelques topologies de réseau évidentes sur ce schéma.



1. Le nœud #2 et le nœud #4 connectent des segments de ligne entre eux. Le nœud #3 est connecté à 3 segments de ligne, alors que les nœuds #1, #5, #6 et #9 sont des extrémités de segments de ligne et représente les points de terminaison du réseau.
2. Le segment de ligne entre les nœuds #8 et #9 passe par dessus le segment de ligne joignant les nœuds #1 et #2 mais ne s'y connecte pas.
3. Le segment de ligne joignant les nœuds #10 et #11 se termine sur un point du segment de ligne joignant les nœuds #8 et #9. Ce point est représenté par le nœud #11.

Les relations dans la topologie de réseau peuvent être exprimées d'une manière bi-directionnelle, de même que pour les relations dans la topologie d'inclusion et d'adjacence. Donc si le segment de ligne joignant les nœuds #1 et #2 se connecte au segment de ligne joignant les nœuds #2 et #3 alors le segment de ligne joignant les nœuds #2 et #3 se connecte au segment de ligne joignant les nœuds #1 et #2.

Application pratique de la topologie spatiale

Quelles sont les applications pratiques de la topologie spatiale dans les SIG ? Comme la plupart des relations spatiales, la topologie peut être utilisée pour l'analyse spatiale. Par exemple, la topologie peut être utilisée pour améliorer grandement la vitesse et l'efficacité des opérations et des tâches qui sont réalisées en analyse spatiale. Mais cet article va considérer une autre application pratique de la topologie qui permet de l'utiliser dans des situations où les relations spatiales classiques ne font pas ce qu'on attend d'elles.

Les relations spatiales peuvent également servir d'outil pour s'assurer de la qualité des données. Cela est réalisé en assignant une contrainte ou une vérification sur un unique aspect de la relation spatiale entre deux géométries d'entité. La topologie spatiale nous permet de le faire d'une manière particulière. Elle peut être utilisée pour vérifier que les géométries de deux ou plusieurs entités prenant part dans une relation spatiale d'une manière qui ne va pas à l'encontre des règles ou des restrictions édictées pour ce type de relation.

Considérons quelques exemples.

Considérons la topologie d'inclusion et d'adjacence évidente du schéma 001. Dans ce schéma, on voit des parcelles de territoire ou des propriétés représentées par des polygones en deux dimensions. Nous avons discuté de comment certains polygones peuvent contenir d'autres polygones et comment ils peuvent également être adjacents ou à côté d'autres polygones. En modélisant des parcelles de territoire, il est utile de définir quelques règles basiques qui gouvernent la manière dont les polygones qui représentent des parcelles peuvent être liés en ce qui concerne l'inclusion et l'adjacence. Typiquement, nous ne voulons pas que des parcelles adjacentes se recouvrent ou avoir des trous entre des parcelles adjacentes. C'est la règle que nous pouvons créer et vérifier en utilisant la topologie spatiale.

Nous souhaitons également établir des règles à propos du nombre de parcelles qui peuvent être incluses dans chaque districts. (Dans notre cas le district est également représenté par un polygone en deux dimensions). Comme nous parlons d'inclusion, nous pouvons créer une règle et la vérifier en utilisant la topologie d'inclusion et d'adjacence.

Qu'en est-il de la topologie de réseau ? Comment peut-elle être utilisée pour vérifier la qualité des données dans un SIG ? Considérons pour un moment un réseau de canalisations et de bouches d'égout qui les connectent. Quel type de règles pouvons-nous créer pour ce type de système modélisé par une série de segments de lignes droites et de nœuds ? (Un segment de ligne droite représente une canalisation, alors qu'un nœud représente une bouche d'égout). Nous pouvons définir une direction de flux pour chaque bouche d'égout et imposer que la bouche d'égout à la fin d'un segment de ligne soit représenté par un nœud ayant une élévation supérieure à l'élévation du nœud représentant la bouche d'égout située à l'autre extrémité du segment de ligne.

Nous pourrions également avoir une règle qui indique que seuls les segments de lignes appartenant à une portion de canalisation peuvent se connecter à

une plaque d'égout et que les segments de ligne représentant d'autres types de canalisation ne sont pas utilisés. Nous pourrions également préciser qu'une canalisation quittant une bouche d'égout doit être au moins de la même taille ou plus large que la canalisation qui entre dans cette bouche d'égout. Tout ceci peut être vérifié en créant des règles se basant sur la topologie de réseau.

Conclusion

Dans cet article nous avons défini la topologie de réseau. Nous avons brièvement parlé des deux types principaux de topologie, la topologie d'inclusion et d'adjacence et la topologie de réseau. Nous avons également rapidement examiné une application pratique de la topologie spatiale, un moyen d'assurer la qualité des données dans un SIG.

Dans la prochaine édition du Journal de l'OSGeo, nous examinerons comment on peut utiliser la suite

open source Java Topology pour construire des géométries en deux dimensions utilisées pour représenter des entités et créer des contraintes sur ces géométries pour assurer la qualité des données.

Bibliographie

Les références suivantes ont été suggérées pour apparaître dans cet article :

"Towards Usable Topological Operators at GIS User Interfaces" Catharina Reidmann¹

"Simple Features For OLE/COM" Open Geospatial Consortium Inc.²

"Point-Set Topological Spatial Relations" M. Egenhofer and R. Franzosa International Journal of Geographic Information Systems

Landon Blake

[sunburned.surveyor AT gmail.com](mailto:sunburned.surveyor@ATgmail.com)

¹Reidmann on topology : http://www.agile-secretariat.org/Conference/greece2004/papers/8-1-3_Riedemann.pdf

²OGC SF for OLE/COM : http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=830

Rédacteur en chef :Tyler Mitchell - [tmitchell AT osgeo.org](mailto:tmitchell@osgeo.org)**Éditeur, actualités :**

Jason Fournier

Éditeur, Études de cas :

Micha Silver

Éditeur, Zoom sur un projet :

Martin Wegmann

Éditeur, Études d'intégration :

Martin Wegmann

Éditeur, Cours de programmation :

Landon Blake

Éditeur, Rapport d'événements :

Jeff McKenna

Éditeur, Études thématiques :

Dr. Markus Lupp

Responsable relecture :

Daniel Ames

Remerciements

Divers relecteurs & le projet actualités de GRASS

Le *Journal de l'OSGeo* est une publication de la *Fondation OSGeo*. La base de ce journal, le source du style $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ a été généreusement fournie par l'équipe éditoriale de l'actualité de GRASS et R.



Ce travail est sous licence Creative Commons Paternité-Pas de Modification version 3.0. Pour voir un exemplaire de cette licence, rendez-vous sur :

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.fr> ou envoyez une demande À Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



the OSGeo Journal url for submitting articles, more details concerning submission instructions can be found on the OSGeo homepage. Tous les articles sous copyright par leurs auteurs respectifs. Merci d'utiliser l'URL du Journal OSGeo pour envoyer vos articles ; de plus amples détails concernant les instructions d'envoi sont disponibles sur la page d'accueil d'OSGeo.

Journal en ligne : <http://www.osgeo.org/journal>

Site Internet de l'OSGeo : <http://www.osgeo.org>

Contact mail de l'OSGeo, PO Box 4844, Williams Lake, British Columbia, Canada, V2G 2V8



ISSN 1994-1897