جـــــامـعـــــة مصطفـــــى بـــن بولعيـــــد
مـــعـــهـــد علـــــوم الأرض و الكـــون
قســم جغرافيـــا و تهيئـــة الإقليـــم

العلاقات الطوبولوجية

دروس موجهة لطلبة السنة الثالثة تخصص تهيئة الاقليم

الأستاذة: بعالة فطيمة

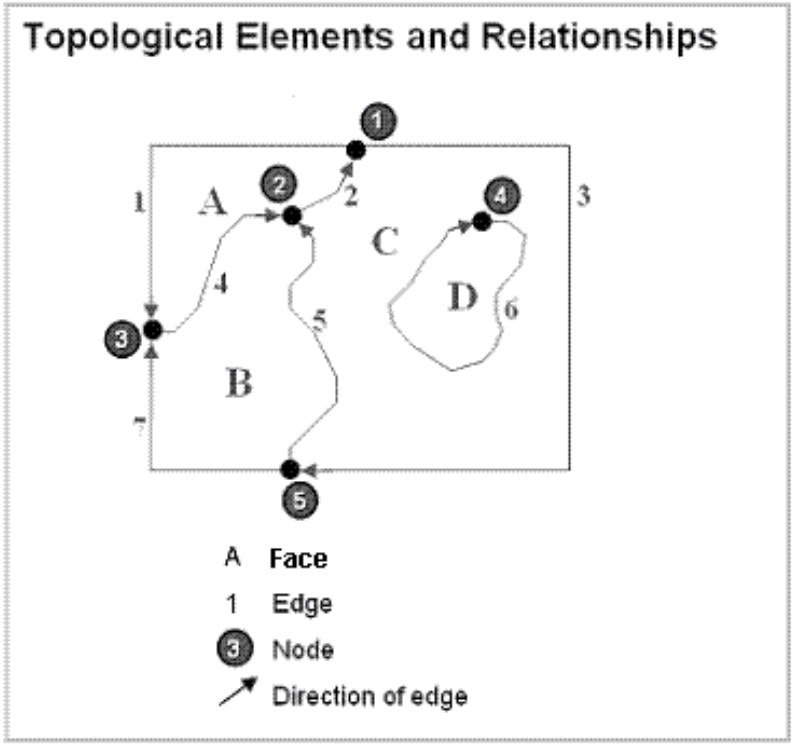
السنة الجامعية 2024/2023

- مدخل للقواعد الطوبولوجية
- بناء القواعد الطوبولوجية
- الطوبولوجيا في برنامج الأركجيس

مقدمة و مفهوم للقواعد الطوبولوجية

الطوبولوجيا هي مجموعة من القواعد ، إلى جانب مجموعة من أدوات التحرير والتقنيات،التي تمكن قاعدة البيانات الجغرافية من وضع نماذج أكثر دقة للعلاقات الهندسية .ينفذ ArcGIS الطوبولوجيا من خلال مجموعة من القواعد التي تحدد كيفية مشاركة الطبقات في المساحة الجغرافية بالإضافة إلى مجموعة من أدوات التحرير التي تعمل مع الطبقات التي تشارك الهندسة بطريقة متكاملة. إذن فالطوبولوجيا بمثابة وصف لكيفية ارتباط السمات مكانيًا.

يتم تخزين الطوبولوجيا في geodatabase كعلاقة واحدة أو أكثر تحدد كيفية مشاركة الطبقات في feature datasets أو أكثر في الهندسة،



استعمال الطوبولوجيا

لطالما كانت الطوبولوجيا مطلبًا رئيسيًا لنظم المعلومات الجغرافية لإدارة البيانات وسلامتها .بشكل عام، يدير نموذج البيانات الطوبولوجية العلاقات المكانية من خلال تمثيل الأجسام المكانية (الطبقات الجغرافية النقطية والخطية والمساحية) كرسم بياني أساسي للعناصرالطوبولوجية -العقد ، المضلعات والحواف (حدود المضلعات) .يتم تحديد هذه العناصر، جنبًا إلى جنب مع علاقاتها ببعضها البعض و بالطبقات الجغرافية التي تمثلها، من خلال تمثيل الهندسة المميزة في رسم بياني مستوي للعناصر الطوبولوجية.

مقدمة و مفهوم للقواعد الطوبولوجية

تُستخدم الطوبولوجيا بشكل أساسي لضمان جودة بيانات العلاقات المكانية وللمساعدة في تجميع البيانات. تُستخدم الطوبولوجيا أيضًا لتحليل العلاقات المكانية في العديد من الحالات، مثل حل الحدود بين المضلعات المجاورة التي لها نفس الخصائص

يمكن أيضًا استخدام الطوبولوجيا لنمذجة و معرفة كيف للعناصر الهندسية ان تدمج انطلاقا من عدد عناصر الطبقات الجغرافية .

الطرق التي يمكن للكيانات أو الطبقات الجغرافية أن تتشارك بها في الهندسة في الطوبولوجيا

يمكن أن تشارك الكيانات Objects الهندسة داخل الطوبولوجيا. فيما يلي بعض الأمثلة بين الميزات المجاورة:

- يمكن أن تشترك الكيانات التي لها شكل هندسي مضلع (مساحي) في الحدود (طوبولوجيا المضلع) (polygon topology).
- يمكن أن تشارك ميزات الخط نقاط النهاية (طوبولوجيا العقدة ، الخط) (edge-node topology).

بالإضافة إلى ذلك، يمكن إدارة الهندسة المشتركة بين feature classes باستخدام طوبولوجيا الخاصة قاعدة البيانات الجغرافية على سبيل المثال:

يمكن للعناصرالخطية مشاركة الخط مع عناصر أخرى خطية.

يمكن أن تكون العناصر المساحية متزامنة مع عناصر مساحية الأخرى. على سبيل المثال، يمكن أن تتداخل المساحات مع البنايات.

يمكن أن تشارك العناصر الخطية رؤوس نقطة النهاية مع العناصر النقطية الأخرى (طوبولوجيا العقدة) (node topology).

يمكن أن تكون العناصرالنقطية متزامنة مع العناصرالخطية (أحداث النقطة)(point events) .

مقدمة و مفهوم للقواعد الطوبولوجية

العناصر الجغرافية والعناصر الطوبولوجية

الطبقة الجغرافية المساحية يمكن أن تكون كالتالي :

- كمجموعات من العناصرالجغرافية (النقاط والخطوط والمضلعات)

- كرسم بياني للعناصر الطوبولوجية (العقد والحواف والوجوه وعلاقاتها)

هذا يعني أن هناك تمثيلين للعمل مع الهناصر- أحدهما يتم فيه تحديد العناصرمن خلال إحداثياتها والآخر يتم فيه تمثيلها على أنها رسم بياني مرتب لعناصرها الطوبولوجية.

مقدمة و مفهوم للقواعد الطوبولوجية

إذا كانت توجد عدة طبقات و كيانات وتتشارك في نفس موقع الإحداثيات أو الحدود أو العقد، فمن المحتمل أن تساعدك طوبولوجيا الخاصة بقاعدة البيانات في إدارة البيانات الجغرافية بشكل أفضل. تساعد القواعد الطوبولوجية الخاصة بقاعدة البيانات على ضمان تكامل البيانات. يوفر استخدام الطوبولوجيا آلية لإجراء فحوصات السلامة على البيانات ويساعد على التحقق من صحة التمثيلات بشكل أفضل والحفاظ عليها في قاعدة البيانات الجغرافية.

بالإضافة إلى ذلك، يمكنك استخدام الطوبولوجيا لنمذجة العديد من العلاقات المكانية بين الكيانات و الطبقات. تتيح دعم لمجموعة متنوعة من العمليات التحليلية، مثل العثور على كيانات مجاورة، والعمل مع حدود متزامنة بين الكيانات و الطبقات، والتنقل على طول الكيانات المتصلة

العلاقات الطوبولوجية

الطوبولوجيا هي ترتيب لكيفية مشاركة الكيانات النقطة والخط والمضلع في الهندسة. يتم استخدام الطوبولوجيا للقيام بما يلي:

- تقييد كيفية مشاركة الكيانات في الهندسة. على سبيل المثال، تشترك المضلعات المجاورة في الحواف (الخطوط التي بين المضلعات).
- تحديد و تنفيذ قواعد سلامة البيانات: لا ينبغي وجود فجوات بين المضلعات، ولا ينبغي أن تكون هناك كيانات متداخلة، وما إلى ذلك.
- دعم استفسارات العلاقات الطوبولوجية، مثل تحديد الكيانات المجاورة والاتصال.
- دعم أدوات التحرير المتطورة التي تفرض القيود الطوبولوجية لنموذج البيانات.
- بناء كيانات من الهندسة غير المنظمة، مثل إنشاء مضلعات من الخطوط.

بناء القواعد الطوبولوجية

ويمكن تلخيص عملية بناء طوبولوجيا من البيانات الموجودة في الخطوات التالية:

- تصميم الطوبولوجيا الخاصة Designing a geodatabase topology .
- إنشاء مجموعة من Feature Classes ضمن مجموعة بيانات Feature Dataset في قاعدة بيانات Geodatabase.
- إذا كانت تتوفر بيانات Feature Classes موجودة، القيام بتحميلها و إدخالها في فصول Feature Datasets.
- إنشاء الطوبولوجيا باستخدام ArcCatalog أو أدوات المعالجة الجغرافية.
- بناء والتحقق من صحة الطوبولوجيا الخاصة بك.
- إضافة الطوبولوجيا إلى ArcMap وضبط خصائص العرض .
- استخدم بيئة التحرير لتحديد الأخطاء وإصلاحها.
- إدارة التحديثات في Feature Classes وإدارة المناطق التي بها أخطاء.
- إدارة الطوبولوجيا ضمن قاعدة البيانات الجغرافية المحفوظة.
- أداء العديد من مهام التحرير المشتركة الأخرى.

بناء القواعد الطوبولوجية (تصميم الطوبولوجيا)

تصميم الطوبولوجيا الخاصة Designing a geodatabase topology

يمكن العمل من خلال عدة خطوات لتصميم الطوبولوجيا قبل انشاءها في برنامج ArcGIS

- إنشاء قائمة الطبقات الجغرافية Feature classes المرغوبة التي ستشارك الهندسة.
- تحديد التمثيلات المكانية لكل طبقة جغرافية Feature classe (نقطة أو خط أو مضلع).
- إدراج الطبقات الجغرافية Feature classe التي ستشارك الهندسة وسيتم تحريرها والحفاظ عليها معًا. على سبيل المثال، إذا قمت بإجراء تعديل على هندسة إحدى الطبقات، فسيتم تحديث الطبقات الأخرى أيضًا.
- بعض الطبقات الجغرافية التي تدارعادة في طوبولوجيا مشتركة:

البيانات	الطبقة الجغرافية	أمثلة عن القواعد الطوبولوجية البسيطة
المساحات (المبنية ، الحدائق، مساحات خضراء، ...اله) Parcels	البنية الهندسية عبارة عن: مساحات (مضلع) Parcel polygons حدود المساحات (خطوط) Parcel boundaries (lines) زوايا المساحات (نقاط) Parcel corners	- يجب ألا تتداخل مضلعات المساحات Not ovelap. - يجب تغطية حدود المساحات المضلعة بخطوط. - يجب تغطية نقاط نهاية حدود المساحات بنقاط .

بناء القواعد الطوبولوجية (تصميم الطوبولوجيا)

البيانات	الطبقة الجغرافية	أمثلة عن القواعد الطوبولوجية البسيطة
الطرقات و وحدات البنايات Street centerlines and census units	البنية الهندسية عبارة عن: طرقات بناية مجموعة بنايات قطاع	- يجب أن لا تتقاطع خطوط الطرقات Not intersect - البنايات يجب ان لا تتداخل not ovelap - مجموعة البيانات يجب ان لا تتداخل ovelap Not .
تميل توزيع التربة soil	البنية الهندسية polygon	- يجب ألا تتداخل مضلعات التربة must not overlap. - يجب ألا يكون لمضلعات التربة فجوات .must not have gaps
الهيدرولوجيا hydrology	المجاري المائية lines النقاط المائية (ينابيع) points الحوض التجميعي polygon	- يجب ألا تتداخل الخطوط المائية (المجاري) ذاتيًا not self-overlap - يجب تغطية النقاط المائية بخطوط مائية must be covered - يجب ألا تتداخل الأحواض التجميعية must not overlap - يجب ألا يكون للأحواض التجميعية فجوات must not have gaps.

بناء القواعد الطوبولوجية (تصميم الطوبولوجيا)

- تنظيم هذه الطبقات الجغرافية في مجموعة بيانات Feature Datasets

- تحديد قواعد الطوبولوجيا بين العناصر objects في كل طبقة جغرافية Feature classe. على سبيل المثال، يمكن أن يكون تمثيل المساحات بمضلعات أحادية الجزء أو متعددة الأجزاء. المساحات المتجاورة تشترك في الهندسة. لا يمكن أن تتداخل.

- تحديد القواعد الطوبولوجيا بين الطبقات الجغرافية Feature Classes على سبيل المثال، يجب تغطية الخطوط التي تحدد مضلعات المساحات بخطوط حدود المساحات

- تحديد رتب دقة الإحداثيات في كل طبقة جعرافية ، يجب أن تحصل الطبقة الجغرافية الأكثر دقة على رتبة 1، ويجب أن تنخفض الدقة المنخفضة بالترتيب من أعلى رتبة (لثانية الأكثر دقة تحصل على رتبة 2 وما إلى ذلك). يمكن أن يكون لطبقات المتعددة نفس ترتيب الدقة .إذا لم تتمكن من إدراك أن هناك اختلافًا في الدقة، فقم بتعيين رتب جميع فئات الميزات إلى 1 (بعبارة أخرى، لذا فإن الدقة هي نفسها).

- القيام ببناء اختبارgeodatabase (باستخدام ملف أو قاعدة بيانات شخصية) مع نسخة من الطبقات الجغرافية لاختبار تصميم الطوبولوجيا المقترح . ثم التطلبق على النموذج الأول .على سبيل المثال، إضافة طوبولوجيا بناءً على التصميم المقترح، والتحقق من صحته، تحرير بعض الطبقات .سيساعد على تحسين التصميم.

- تحسين وضبط التصميم حتى يتم تنفيذ العمل.

Topology rule name - polygone

Polygon

Must not overlap

Polygons must not overlap within a feature class or subtype. Polygons can be disconnected or touch at a point or touch along an edge.

Polygon errors are created from areas where polygons overlap.

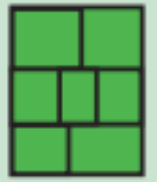
A voting district map cannot have any overlaps in its coverage.

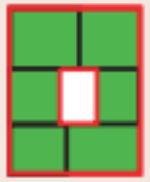
Use this rule to make sure that no polygon overlaps another polygon in the same feature class or subtype.

Polygon

Must not have gaps

Polygons must not have a void between them within a feature class or subtype.





Line errors are created from the outlines of void areas in a single polygon or between polygons. Polygon boundaries that are not coincident with other polygon boundaries are errors.

Soil polygons cannot include gaps or form voids—they must form a continuous fabric.

Use this rule when all of your polygons should form a continuous surface with no voids or gaps.

Polygon

Contains point

Each polygon of the first feature class or subtype must contain within its boundaries at least one point of the second feature class or subtype.

Polygon errors are created from the polygons that do not contain at least one point. A point on the boundary of a polygon is not contained in that polygon.

Parcels must contain at least one address point.

Use this rule to make sure that all polygons have at least one point within their boundaries. Overlapping polygons can share a point in that overlapping area.

Polygon

Boundary must be covered by

Polygon boundaries in one feature class or subtype must be covered by the lines of another feature class or subtype.

Line errors are created where polygon boundaries are not covered by a line of another feature class or subtype.

Major road lines form part of outlines for census blocks.

Use this rule when polygon boundaries should be coincident with another line feature class or subtype.

Topology rule name - polygone

Polygon

Must be covered by feature class of

The polygons in the first feature class or subtype must be covered by the polygons of the second feature class or subtype.

Polygon errors are created from the uncovered areas of the polygons in the first feature class or subtype.

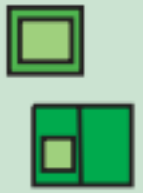
States are covered by counties.

Use this rule when each polygon in one feature class or subtype should be covered by all the polygons of another feature class or subtype.

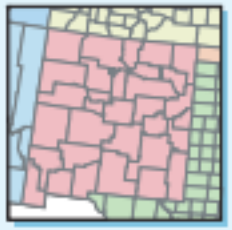
Polygon

Must be covered by

Polygons in one feature class or subtype must be covered by a single polygon from another feature class or subtype.



Polygon errors are created from polygons from the first feature class or subtype that are not covered by a single polygon from the second feature class or subtype.



Counties must be covered by states.

Use this rule when you want one set of polygons to be covered by some part of another single polygon in another feature class or subtype.

Polygon

Must not overlap with

Polygons of the first feature class or subtype must not overlap polygons of the second feature class or subtype.

Polygon errors are created where polygons from the two feature classes or subtypes overlap.

Lakes and land parcels from two different feature classes must not overlap.

Use this rule when polygons from one feature class or subtype should not overlap polygons of another feature class or subtype.

Polygon

Must cover each other

All polygons in the first feature class and all polygons in the second feature class must cover each other.
- FC1 Must be covered by feature class of FC2.
- FC2 Must be covered by feature class of FC1.

Polygon errors are created where any part of a polygon is not covered by one or more polygons in the other feature class or subtype.

Vegetation and soils must cover each other.

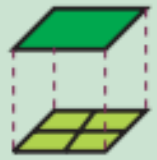
Use this rule when you want the polygons from two feature classes or subtypes to cover the same area.

Topology rule name - polygone

Polygon

Area boundary must be covered by boundary of

The boundaries of polygons in one feature class or subtype must be covered by the boundaries of polygons in another feature class or subtype.



Line errors are created where polygon boundaries in the first feature class or subtype are not covered by the boundaries of polygons in another feature class or subtype.

Subdivision boundaries are coincident with parcel boundaries, but do not cover all parcels.

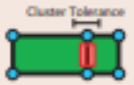
Use this rule when the boundaries of polygons in one feature class or subtype should align with the boundaries of polygons in another feature class or subtype.

Line or Polygon

Must be larger than cluster tolerance

Cluster tolerance is the minimum distance between vertices of features.

Vertices that fall within the cluster tolerance are defined as coincident and are snapped together.



Any polygon or line feature that would collapse when validating the topology is an error.

Soil polygons must be larger than the cluster tolerance.

This rule is applied to all line and polygon feature classes that participate in the topology.

Topology rule name - line

Line

Must not have dangles

The end of a line must touch any part of one other line or any part of itself within a feature class or subtype.

Point errors are created at the end of a line that does not touch at least one other line or itself.

Use this rule when you want lines in a feature class or subtype to connect to one another.

A street network has line segments that connect. If segments end for dead-end roads or cul-de-sacs, you could choose to set as exceptions during an edit session.

Line

Must not have pseudonodes

The end of a line cannot touch the end of only one other line within a feature class or subtype. The end of a line can touch any part of itself.

Point errors are created where the end of a line touches the end of only one other line.

Use this rule to clean up data with inappropriately subdivided lines.

For hydrologic analysis, segments of a river system might be constrained to only have nodes at endpoints or junctions.

Line

Must not overlap

Lines must not overlap any part of another line within a feature class or subtype. Lines can touch, intersect, and overlap themselves.

Line errors are created where lines overlap.

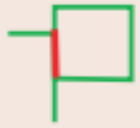
Use this rule with lines that should never occupy the same space with other lines.

Lot lines cannot overlap one another.

Line

Must not self overlap

Lines must not overlap themselves within a feature class or subtype. Lines can touch, intersect, and overlap lines in another feature class or subtype.



Line errors are created where lines overlap themselves.

Use this rule with lines whose segments should never occupy the same space as another segment on the same line.

For transportation analysis, street and highway segments of the same feature should not overlap themselves.

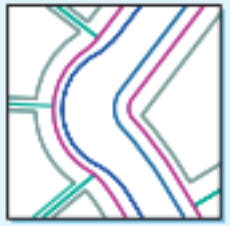
Topology rule name - line

Line

Must not intersect

Lines must not cross or overlap any part of another line within the same feature class or subtype.

Line errors are created where lines overlap, and point errors are created where lines cross.



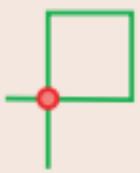
Use this rule with lines whose segments should never cross or occupy the same space with other lines.

Lot lines cannot intersect or overlap, but the endpoint of one feature can touch the interior of another feature.

Line

Must not self intersect

Lines must not cross or overlap themselves within a feature class or subtype. Lines can touch themselves and touch, intersect, and overlap other lines.



Line errors are created where lines overlap themselves, and point errors are created where lines cross themselves.

Use this rule when you only want lines to touch at their ends without intersecting or overlapping themselves.

Contour lines cannot intersect themselves.

Line

Must not intersect or touch interior

Lines can only touch at their ends and must not overlap each other within a feature class or subtype. Lines can touch, intersect, and overlap themselves.

Line errors are created where lines overlap, and point errors are created where lines cross or touch.

Use this rule when you only want lines to touch at their ends and not intersect or overlap.

Lot lines cannot intersect or overlap and must connect to one another only at the endpoint of each line feature.

Line

Must be single part

Lines within a feature class or subtype must only have one part.

Multipart line errors are created where lines have more than one part.

Use this rule when you want lines to be composed of a single series of connected segments.

A highway system is made up of individual features where any one feature is not made up of more than one part.

Topology rule name - line

Line

Must not overlap with

Lines in one feature class or subtype must not overlap any part of another line in another feature class or subtype.

Line errors are created where lines from two feature classes or subtypes overlap.

Use this rule for lines that should never occupy the same space with lines in another feature class or subtype.

Highways can cross and come close to rivers, but road segments cannot overlap river segments.

Line

Must be covered by feature class of

Lines in one feature class or subtype must be covered by lines in another feature class or subtype.

Line errors are created on the lines in the first feature class that are not covered by lines in the second feature class.

Use this rule when you have multiple groups of lines describing the same geography.

Lines that make up bus routes must be on top of lines in a road network.

Line

Endpoint must be covered by

The ends of lines in one feature class or subtype must be covered by points in another feature class or subtype.

Point errors are created at the ends of lines that are not covered by a point.

Use this rule when you want to model the ends of lines in one feature class or subtype that are coincident with point features in another feature class.

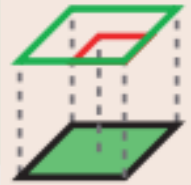
Endpoints of secondary electric lines must be capped by either a transformer or meter.

Line

Must be covered by boundary of

Lines in one feature class or subtype must be covered by the boundaries of polygons in another feature class or subtype.

Line errors are created on lines that are not covered by the boundaries of polygons.



Use this rule when you want to model lines that are coincident with the boundaries of polygons.

Polylines used for displaying block and lot boundaries must be covered by parcel boundaries.

Topology rule name - point

Point

Must be properly inside polygons

Points in one feature class or subtype must be inside polygons of another feature class or subtype.

Point errors are created where the points are outside or touch the boundary of the polygons.

Use this rule when you want points to be completely within the boundaries of polygons.

State capitals must be inside each state.

Point

Must be covered by boundary of

Points in one feature class or subtype must touch boundaries of polygons from another feature class or subtype.

Point errors are created where points do not touch the boundaries of polygons.

Use this rule when you want points to align with the boundaries of polygons.

Utility service points might be required to be on the boundary of a parcel.

Point

Must be covered by endpoint of

Points in one feature class or subtype must be covered by the ends of lines in another feature class or subtype.

Point errors are created on the points that are not covered by the ends of lines.

Use this rule when you want to model points that are coincident with the ends of lines.

Street intersections must be covered by the endpoints of street centerlines.

Point

Point must be covered by line

Points in one feature class or subtype must be covered by lines in another feature class or subtype.

Point errors are created on the points that are not covered by lines.

Use this rule when you want to model points that are coincident with lines.

Monitoring stations must fall along streams.