

ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ НА ПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ В ГИС

Румяна Вацева

УВОД

Генерализацията е един от основните процеси на обработка на пространствените данни в ГИС във връзка с „необходимостта от моделиране на геопропространствената информация на различни нива на абстракция“ (Muller et al., 1995). Според Mackness, Chaudhry (2008) в контекста на ГИС генерализацията е процес на моделиране с две групи операции: първата група е операции с пространствени бази данни (*генерализация на модела*), а втората е операции за визуализация (*картографска генерализация*). Генерализацията на модела се отнася главно до семантичната и геометричната редукция на данните и може да се определи като процес на геопропространствена абстракция, а картографската генерализация е свързана с графичното представяне на обектите и ограниченията за четимост и естетичност (Sester, 1999).

В научната литература се дискутират разнообразни значения и употреба на генерализацията. Една от възприетите дефиниции е тази на Международната Картографска Асоциация (International Cartographic Association – ICA): „целенасочено избрано и опростено представяне на елементи, подходящи за мащаба и/или предназначението на картата“ (Sarjakoski, 2007). Генерализацията се прилага за разнообразни цели, включително за създаването и поддържането на масиви от пространствени данни за различни мащаби, картографска визуализация при променливи мащаби, редуциране на данните и т.н., поради което съществуват много концептуални модели и схеми на процеса на генерализация. Те са представени подробно от Mackness et al. (2007), Sarjakoski (2007) и др.

Във връзка с това в ГИС могат да се разграничат генерализация на пространствени данни и генерализация на карта. Генерализацията на пространствени данни се дефинира като процес на получаване на целенасочено създадени набори от данни с по-малка детайлност, по-дребен мащаб или по-ниска резолюция въз основа на данни с по-голяма детайлност, по-едър мащаб или по-висока резолюция. Генерализацията на карта се определя от Mackness, Chaudhry (2008) като процес на прилагане на набор от алгоритми за географски данни (представени във векторен формат), за да се контролира оптималното представяне на географско явление в различни мащаби или нива на детайлност. Следователно това е процес за опростяване на представянето на географски

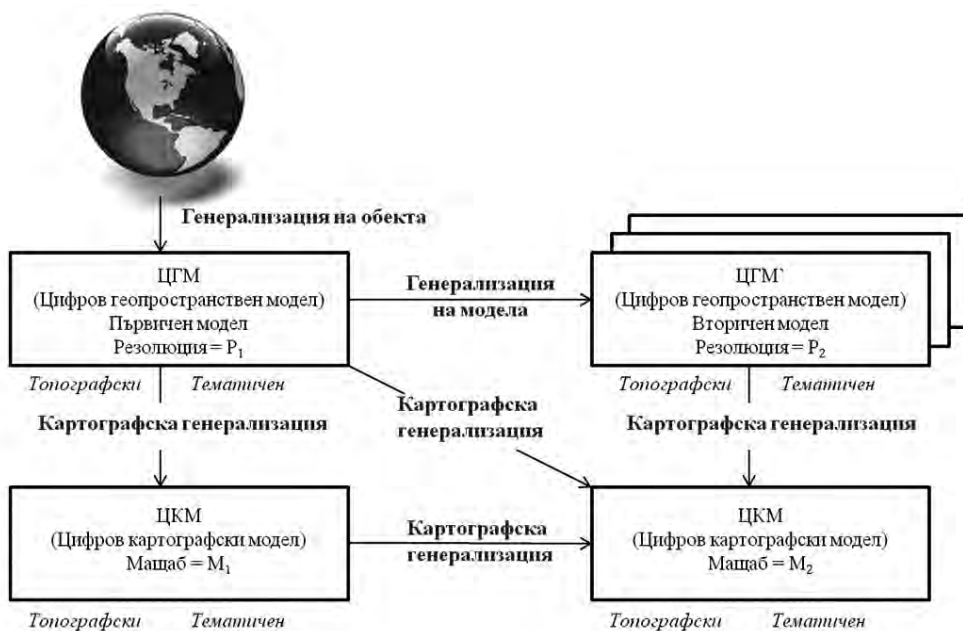
данни, за да се състави карта в определен мащаб с дефинирана и разбираема легенда. За да могат да се четат в по-дребен мащаб, някои обекти са премахнати, други са преувеличени, агрегирани и отместени един спрямо друг, като по принцип всички обекти са опростени. В процеса на генерализация информацията на глобално ниво е опростена, но остава четима и разбираема.

ВИДОВЕ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ

Генерализацията в ГИС се разглежда като моделиране, при което се създават два типа модели: цифров геопространствен (географски) модел (ЦГМ) и цифров картографски модел, или карта (ЦКМ) (Brassel, Weibel, 1988; Grunreich, 1993; Mackness, 2008 и др.). Геопространственият и картографският модели от своя страна могат да бъдат категоризирани като топографски и тематични модели. Тези два цифрови модела представляват пространствени бази данни или набори от данни в ГИС среда.

За създаването на геопространствения и картографския модел в ГИС се извършват три вида генерализация (фиг. 1): на обекта, на модела и картографска генерализация.

Генерализацията на обекта е процес на дефиниране и изграждане на оригиналните бази данни, наречени „първичен модел“. Тъй като базите данни са абстрактно представяне на част от реалния свят, при събирането на данните е необходимо да се извърши известна степен на генерализация (абстракция, подбор и редукция) (Weibel, Dutton, 1999). Генерализацията на обекта се осъществява по конвенционалния начин за подготовка на данните за традиционните карти.



Фиг. 1. Генерализацията като последователни операции за моделиране (източници: Brassel, Weibel, 1988; Grunreich, 1993; Mackness, 2008)

Генерализацията на модела е нов процес, специфичен за геоинформационните технологии. В цифрова среда генерализацията засяга директно както графиката на картата, така и данните. Генерализацията на модела се извършва, за да се контролира редуцирането на данни за различни цели, като постигане на ефективност в съхраняването на данни чрез намаляване на обема им, подобряване на аналитичните функции, ускоряване на трансфера на данни чрез комуникационните мрежи, получаване на данни с по-ниска точност и/или резолюция и т.н. Тези възможности се използват при интегрирането на данни с различна резолюция и точност, а също и в контекста на бази данни с мултирезолюция. Тъй като генерализацията на модела може да се използва и като предварителна обработка за картографската генерализация, важно е да се отбележи, че тя не е насочена към графичното изображение и поради това не включва артистични, интуитивни компоненти. Генерализацията на модела обхваща процеси, които могат да бъдат моделирани напълно формално, но това може да има естетически последици за последващата картографска генерализация (Weibel, Dutton, 1999).

Картографската генерализация е процес на абстракция, редукция и опростяване на геопространствените данни за картографска визуализация. Различава се от генерализацията на модела по това, че има за цел генериране на визуализации и въвеждане на графична символизация на обектите, както и разрешаване на проблемите във връзка със символизацията (Weibel, Dutton, 1999). Картографската генерализация е свързана и със съвременните изисквания за комбинирано представяне на растрни изображения и векторни данни, на динамично променящи се явления (анимирани карти), на уеб картографски продукти и т.н. Във връзка с това Чолеев, Савов (2010) смятат, че картографската генерализация на обектите и явленията е ключов въпрос при реализацията на цифровите карти. Авторите подчертават, че динамичността на картографското изображение на уеб картографските продукти се проявява в две посоки: във връзка с мащаба и във връзка с изобразяваните обекти и явления, като по този начин се предоставят възможности на потребителя за избор на обектите, към които да се насочи. Поради това въпросът за качеството на генерализацията при различни мащаби на картографските продукти е изключително важен и остава дискуссионен в научните среди.

ПРИНЦИПИ И ФАКТОРИ ЗА ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯТА В ГИС

С генерализацията в ГИС среда се реализират процесите на абстракция (отделяне на главното, същественото в модела от второстепенните свойства, структура и отношения) и идеализиране (получаване на идеализиран модел), като се запазва пространствената (геометричната) точност и съдържателното съответствие на модела и обекта. Прилагането на генерализацията в интерактивен режим в ГИС среда позволява съчетаване на съдържателните принципи на семантичната генерализация и формалните логическо-математически критерии на ГИС процедурите. Това осигурява по-висока обективност при извършения подбор и обобщаването на пространствени и съдържателни характеристики, на качествени и количествени показатели, при прехода от единични към интегрални обекти.

Гносеологичните свойства на генерализацията според Берлянт (2002, 2003) се извяват в резултат на извършваните преобразувания на данните като:

- поява на качествено нова информация – едновременно с неизбежната загуба на данни получената нова информация разкрива качествено нови закономерности;
- изява на обекти от по-висок ранг чрез повишаване степента на генерализация – анализът на разномасштабни изображения (т.е. с различна степен на генерализация) позволява изследването на обекти с различен ранг и изясняване на тяхната пространствена йерархия;
- по-ясна изява на водещите закономерности на разпространение на обектите в пространството чрез повишаване степента на генерализация. Така се разкриват главните и устойчиви във времето връзки между тях.

Основните *принципи за генерализация на модела*, дефинирани от Pen g (2000), при съвременните геоинформационни технологии са следните:

- с генерализация на модела се трансформират съществуващи бази данни само ако потребителят въвежда нов концептуален модел на данните, който ще доведе до база данни с по-ниска резолюция;
- основният концептуален модел на данните (не мащабът на картата) определя какви типове обекти и кои примери за тези обекти трябва да се съдържат в генерализираната база данни;
- основният концептуален модел на данните (не графичните ограничения) определя резолюцията на генерализираната база данни;
- еднаквите обекти трябва да бъдат описани с използване на една и съща семантична резолюция през целия процес на моделиране на данните.

За генерализацията съществуват ограничения на всяко ниво (от локално до глобално), които имат изключително важно значение и всеки процес на генерализация трябва да бъде съобразен с тях.

Основните *фактори за картографска генерализация* са: избраният мащаб, предназначението и тематиката на картите, особеностите и степента на изученост на картографираните обекти, избраната графична символизация на обектите в цифровите картографски модели (картите) и др.

Генерализацията в ГИС е свързана с изпълнението на последователност от процедури в цифрова среда и се реализира чрез поддържаните оператори, които включват: подбор, елиминиране и обединяване на обекти, опростяване на контури, обобщаване на класификационната схема, преувеличаване на обекти, свиване размера на обекти, смяна на знаковата система, отместване на обекти, коригиране на формата, откриване и премахване на конфликти.

ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ НА ЦИФРОВ ГЕОПРОСТРАНСТВЕН МОДЕЛ

В ГИС геопространственият модел представя обекти и явления от реалния свят на определено абстрактно ниво в цифров вид. Когато моделът е под формата на бази данни, това комплексно ниво може да бъде показано посредством резолюцията (Pen g, 2000). Резолюцията се дефинира като най-малкият обект или признак, който е включен или различим в данните (Goodchild, 1991). Независимо, че мащабът и резолюцията имат различни значения, те са тясно

свързани, тъй като за всеки мащаб на картата съществува минимален размер (долна граница за размера) на обекта, който може да бъде показан на картата.

Генерализацията на модела има за цел получаването на данни с по-ниска семантична и геометрична резолюция въз основа на данни с по-висока резолюция. Семантичната и геометричната резолюция са разгледани подробно от Ренг (2000). *Семантичната резолюция* е спецификация, която показва нивото на семантична абстракция на обектите в базата данни. Тя включва шест аспекта: 1) ниво на типа обект в класификационната йерархия, 2) ниво на домейна на атрибутите на типа обект в класификационната йерархия, 3) ниво на типа обект в агрегационната йерархия, 4) ниво на типа обект в асоциативната йерархия, 5) брой на обектите, съдържащи се в типа обект, 6) брой на атрибутите, съдържащи се в типа обект. Тези шест аспекта, както и броят на типовете обекти, съдържащи се в базата данни определят нейната семантична резолюция. Семантичната резолюция може да бъде категоризирана, но не може да бъде измерена. *Геометричната резолюция* е спецификация, която показва нивото на геометрична абстракция на типовете обекти в базата данни. Тя включва четири аспекта: 1) геометричен тип (точка, линия, полигон), 2) минимален размер на обекта, 3) минимално разстояние между два съседни обекта, 4) минимална грануларност (ниво на детайлност) на обекта.

Промяната на семантичната резолюция е свързана със следните процеси:

➤ Семантично опростяване – процес на редуциране броя на атрибутите на типовете обекти. Някои от атрибутите на съществуващите типове обекти не са необходими за новото приложение, поради което не се специфицират в новия модел данни.

➤ Класификация – при заменяне на съществуващ тип обект с по-висок ранг тип или доминиращ тип на базата на общи или типични характеристики е необходимо обектът подтип да бъде конвертиран в по-висок ранг или доминиращ тип. В първия случай се формира нов тип обект, а във втория - доминиращият тип обект се запазва. По същия начин, ако домейнът атрибути на тип обект е заменен от такъв на по-високо ниво на същата класификационна йерархия, е необходимо стойностите на атрибута да бъдат оценени отново. Класификацията може да доведе до модификация в семантичните атрибути, но геометрията на обектите остава непроменена.

➤ Агрегиране – процес на обединяване на елементарни типове обекти за формиране на комбинирани (агрегирани) обекти на базата на техните геометрични и семантични връзки. При агрегирането геометричните връзки между обектите играят важна роля, тъй като само съседни обекти могат да бъдат обединени за изграждането на агрегиран обект, но в някои случаи са необходими и семантични връзки. Обектите могат да бъдат агрегирани за изграждане на комбинирани обекти на няколко нива на комплексност, като по този начин се формира агрегационна йерархия. Агрегираните обекти са формирани от елементарни обекти, които са от един и същи тип, от различни типове, от един и същи геометричен тип или от различни геометрични типове.

➤ Асоцииране – формирането на асоциирани обекти не е ограничено от стриктни правила, но обектите се групират въз основа на някои връзки, които не са непременно $m:1$ (много към един), а могат да бъдат и $m:n$ (много към много). Асоциирането свързва два или повече независими обекта, наречени

членове, и връзката между обектите се смята за по-високо ниво група обекти. Характеристиките на членовете (обекти) са потиснати, а тези на групата (обекти) са подчертани. При генерализация на базата на асоцииране възниква опростена или съкратена описателна структура, но характерът на структурата на обекта остава непроменен.

➤ Хомогенизиране – процес на създаване на хомогенен обект чрез сливането на присъединени обекти от един и същи тип. Това много често се налага след промяна на нивото на обекта при класификация/агрегиране/асоцииране. Хомогенизирането изисква оценяване на стойностите на атрибутите.

Промяната на геометричната резолюция е свързана със следните процеси:

➤ Свиване – това променя геометричния тип на пространствения обект от площ в линия или точка, както и от линия в точка.

➤ Елиминиране – когато се увеличи минималният размер на обекта, т.е. променя се геометричната резолюция, е необходимо да се премахнат (изтрият) всички обекти, които имат размер по-малък от изискваната минимална стойност.

➤ Обобщение – ако разстоянието между два несвързани, но съседни обекта е по-малко от изискваната минимална стойност се извършва обобщение за формиране на нов обект от същия тип без преместване на някой от обектите. Обобщението изисква оценяване на стойностите на атрибутите.

➤ Опростяване – процес на филтриране на малките геометрични детайли на площен или линеен обект, ако техните размери са по-малки от изискваната минимална стойност.

При работата в ГИС среда е необходимо ясно да се разграничават генерализацията на модела и картографската генерализация, тъй като крайният продукт (картата) не е получен в резултат на генерализацията на базова карта, а е създаден с генерализация на геопространствен модел с определен диапазон на мащаба. Това разграничаване между създаването на геопространствени данни и картографски продукти отговаря на нарастващия интерес за анализ на данните на базата на модели и пространствено планиране в ГИС среда на базата на цифрови карти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимо е да се отбележи, че през последните години генерализацията на модела придобива все по-голямо значение за пространствени анализи с висока точност и за създаване на ГИС бази данни с мултирезолюция, които намират важни практически приложения при информираното вземане на решения. Това се основава на широките възможности на геопространствените бази данни и на цифровите картографски продукти за формулиране, избор и прогнозиране на приложими решения чрез:

➤ *анализ* (пространствен) въз основа на измерими параметри за определяне на комплексността и характеристиките на представените обекти и явления;

➤ *синтез* за създаване, сравнение и избор на различни потенциални решения за всеки клас обекти и явления, като определянето на най-подходящите решения се основава на дефинирането на система от правила за моделиране;

➤ *оценка* на възможните решения в съответствие с нуждите на потребителите и задачите за разработване на геопространствените бази данни и на картографските продукти.

Анализът, синтезът и оценката са главните компоненти на генерализацията (Mackness, Chaudhry, 2008). Същевременно те са основа за ефективно изследване на географското пространство, тъй като чрез тях се определят тенденциите на развитие и характеристиките на обектите и явленията, моделират се взаимовръзките и елементите на мрежата, пространствените взаимоотношения и въздействия и т.н.

ЛИТЕРАТУРА

- Ч о л е е в, И., З. С а в о в (2010) Картографски модели и продукти в уеб-среда. Класификация на уеб-картографските продукти (УКП). – Годишник на СУ „Св. Кл. Охридски“, ГГФ, кн. 2 – География, т. 102, София, Университетско изд. „Св. Кл. Охридски“, 281–307.
- М а с к а н е с s, W.A. (2008) Generalization of Spatial Databases. – In: Wilson and Fotheringham (eds.) The Handbook of Geographic Information Science. Blackwell MA, USA, pp. 222-238.
- М а с к а н е с s, W. A., О. С h a u d h r y (2008) Generalization and Symbolization. – In: Encyclopedia of GIS. Shekhar, S.; Xiong, H. (Eds.), Springer, 1370 p.
- М а с к а н е с s, W. A., А. R u a s, L. Т. S a r j a k o s k i (Eds.) (2007) Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications. Elsevier Science B.V.: Amsterdam, The Netherlands.
- S a r j a k o s k i, L. (2007) Conceptual Models of Generalisation and Multiple Representation. – In: Mackaness, W. A., Ruas, A., Sarjakoski, L. (Eds.) Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications. Elsevier Science B.V.: Amsterdam, The Netherlands, pp. 11–35.
- M u l l e r, J. C., R. W e i b e l, J. P. L a g r a n g e, F. S a l g e (1995) Generalization: State of the Art and Issues. – In: Muller, J.C., Lagrange, J.P. and Weibel, R.(eds.) GIS and Generalization: Methodology and Practice, London: Taylor&Francis, pp. 3-17.
- S e s t e r, M. (1999) Acquiring transition rules between multiple representations in a GIS: An Experiment with Area Aggregation. Computers, Environment and Urban Systems, 23, pp.5-17.
- B r a s s e l, K. E., R. W e i b e l (1988) A Review and Conceptual Framework of Automated Map Generalization. – International Journal of Geographic Information Systems, 2(3). pp 229-244.
- G r u n r e i c h, D. (1993) Generalization in GIS Environment. – In: Proceedings of the 16th ICA International Cartographic Conference, Cologne, Vol. 1, pp. 203-210.
- W e i b e l, R, G. D u t t o n (1999) Generalizing Spatial Data and Dealing with Multiple Representations. – In: Longley, P., M.F. Goodchild, D.J. Maguire and D.W. Rhind (eds.) Geographic Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, Second Edition. Cambridge: GeoInformation International, pp. 125-155.
- P e n g, W. (2000) Database Generalization: Concepts, Problems, and Operations. – In: Int. Arch. of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B4, Amsterdam, pp. 826-833.
- G o o d c h i l d, M. (1991) Issues of quality and uncertainty. – In: Muller, J.C. (ed.) Advances in Cartography, International Cartographic Association (ICA), London: Taylor&Francis, pp. 113-139.

GENERALISATION OF SPATIAL DATA IN GIS

R. Vatseva

(S u m m a r y)

Generalisation of data in GIS reflects a process of modeling the spatial information at different levels of abstraction. In this process two types of models are created: digital geospatial (geographical) model (DGM) and digital cartographic model (DCM), or map. They represent spatial databases or datasets in GIS. Geospatial and cartographic models, in turn, can be categorized as topographic and thematic models. In the present work, three types of generalisation in GIS for development of geospatial and cartographic models are discussed: 1) object generalisation, 2) model generalisation and 3) cartographic generalisation. Model generalisation is a data processing that is connected with geoinformation technologies. It allows obtaining data with a lower semantic and geometric resolution on basis of the data with a higher resolution. Generalisation in GIS is performed through the application of one or a number of operators, such as enhancement, elimination, aggregation, simplification, displacement, etc. In recent years, the model generalisation is widely used for spatial analysis with high accuracy and also for GIS database creation with multi-resolution that is important practical application for the informed decision-making.