



Az idő kezelése a térinformációs rendszerekben

Juhász A.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék
1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3. K. I. 19.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az idő komplex - a térbeli adatokhoz hasonló - kezelése a térinformációs rendszerekben még nem megoldott. Többféle koncepció létezik, melyek általában feladat-specifikusak. Cikkemben áttekintem ezeket az elképzeléseket, a felmerülő nehézségeket, a főbb csoportosítási szempontokat (alkalmazás, időtartam, adatfrissítés, megjelenítés, tér-idő dominancia). Részletezem az időadatokat is feldolgozó adatmodellek funkcióit. Végül a saját kutatási területemen, ami a térinformatika alkalmazása a hadtörténeti rekonstrukcióban, mutatom be a legfőbb problémákat és az adatmodellek alkalmazásának lehetőségeit.

(Kulcsszavak: térinformatika, idő, hadtörténeti rekonstrukció)

ABSTRACT

Managing the time issue in GIS

A. Juhász

Budapest University of Technology and Economics, Department of Photogrammetry and Geoinformatics
H-1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3. K. I. 19.

There is no general and comprehensive solution to manage time data – like spatial data - in GIS. The widely known concepts developed to solve special problems. In my paper I review these concepts, the problems of handling the time data and the viewpoints of grouping (application, duration, update, presentation, time-space dominance). I detail the main functions of the spatiotemporal GIS datamodels. Finally I discuss the problems of time issue in my own research theme, the military historical reconstruction.

(Keywords: GIS, time, military historical reconstruction)

BEVEZETÉS

Az utóbbi években a kutatási témám a hadtörténeti rekonstrukciók végrehajtása térinformatika és távérzékelés segítségével volt. A XIX-XX. századi, magyarországi hadtörténeti folyamatok és a hozzájuk kapcsolódó objektumok vizsgálata során szerzett tapasztalatok alapján kidolgoztam egy módszertant a hadtörténeti jellegű GIS adatrendszerek kialakításához. A rekonstrukciót három lépésre bontottam: a korabeli környezet, az erődítési objektumok és a hadtörténeti események rekonstrukciója. (Juhász, 2004) Ez utóbbi lépés esetében szükséges az időadatok figyelembe vétele is. A probléma megoldásához áttekintettem az időkezelés problémáit, valamint a legismertebb térinformatikai koncepciókat az idő modellezésére. A térinformatika alkalmazása a hadtörténeti rekonstrukciókban speciális feladat, így önmagában az ismert adatmodellek egyike sem oldja meg a fellépő problémákat. Több koncepció együttes alkalmazása azonban már megoldásra vezethet, megfelelően ennek a tudományos határterületet érintő feladat elvárásainak.

AZ IDŐ ADATOK PROBLEMATIKÁJA

A térinformatika, definíció szerint a helyhez köthető információk gyűjtésével, feldolgozásával foglalkozik, és napjainkra már az élet számos területén használják. Az alkalmazások egy részében azonban nem elégséges csak egy adott térbeli állapot rögzítése, hanem szükség van időben egymást követő állapotok összevetésére, illetve a változások elemzésére is. Az idő, mint a negyedik dimenzió kezelése új feladatokat jelent a térinformációs rendszerek számára, hiszen másfajta megközelítést igényel, mint a térbeli adatok. A problémák gyökerét alapvetően két dolog jelenti. Először is, az idő fogalmának már-már filozófiai jellegű meghatározásában lévő bizonytalanságok, melyekkel itt nem kívánok foglalkozni. Másodszer pedig a térinformatikának az a fajta öröksége, ami a topográfiai és a kartográfiai származtatott. Eszerint mindig egy adott időpillanatra jellemző statikus állapot kerül rögzítésre az adatbázisokban, nehézkessé téve az időbeli vizsgálatokat egyes esetekben.

Az idő kezelése és a változások szemléltetése a hagyományos GIS adatbázisokban az alábbi korlátokba ütközhet:

- T_0, T_1, \dots, T_i időpontok mindegyikéhez egy-egy állapotképet rendelünk hozzá, ami tartalmazza a változásokat és a változatlan adatokat is, így a redundáns tárolás egy idő után kezelhetlenné teheti az adatbázist.
- Logikusnak tűnik az állapotképeknek adott, szabályos időközönkénti készítése. Azonban előfordulhat, hogy egy részfolyamat két egymást követő állapotkép felvételi időpontja között zajlik le, így nem jelenik meg az adatbázisban.
- Sokszor csak az állapotok és nem a változások jelennek meg.

E korlátokat figyelembe véve a szakirodalom, alapvetően a funkcióik alapján megkülönböztet időbeli (temporal), és hagyományos (atemporal) adatbázisokat. (Langran, 1993) Ha célként azt fogalmazzuk meg, hogy a térbeli adatokhoz hasonlóan szeretnénk kezelni, elemezni az idő adatokat, akkor azt mondhatjuk, hogy ma még nem ismert olyan általánosan felhasználható, komplex megoldás, ami ezt lehetővé tenné. Döntően feladatspecifikus adatmodellek léteznek, ahol a két eredeti komponens (helyzet, attribútum) egészül ki a harmadik, idő komponenssel. A feladattól függően általában az egyik komponens meg van kötve, egy másik kontrollált (egy értéktartományban mozog) és csak a harmadik komponens kerül meghatározásra (1. táblázat). Az 1. ábra egy tipikus alkalmazás képeit tartalmazza, ahol az attribútum (telefon azonosító) kötött, az idő kontrollált és a pozíciók kerültek meghatározásra.

A következőkben sorra veszem azokat a nehézségeket, amelyek az idő adatok térinformatikai feldolgozásánál fennállnak. A fentebbi sorokból egyenesen következik az első, miszerint az időintervallumokra vonatkozó vizsgálatok jóval bonyolultabbak, mint az egyes időpontok állapotainak elemzése. Problémák adódhatnak már a feladat megértésében is, hiszen az idő adatok eltérést mutatnak a térbeli orientációtól, navigációtól. Lehetséges például az időben hátra-, és előrelépni (szcenáriók). Olyan fogalmakat kell tudni kezelni, mint például a kialakulás, tartam, megszűnés, periodicitás, ami a formalizálásban jelent nehézséget. Végül a már szintén említett komplex kezelés kérdése: a térbeli és időbeli felbontás, a méretarány függőség, a változások modellezése, valamint a térbelihez hasonló elemzések lehetővé tétele.

AZ IDŐ KEZELÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI, CSOPORTOSÍTÁSOK

A problémák és nehézségek után következzenek azok a megoldások, amelyek kísérletet tettek, tesznek az idő adatok kezelésére a térinformatikában.

1. táblázat

Földrajzi adatok megjelenítése

Alkalmazás (1)	Megkötött (2)	Kontrollált (3)	Meghatározandó (4)
Talajtani adatok (5)	Idő (6)	Attribútum (7)	Hely (8)
Topográfiai térképek (9)	Idő	Attribútum	Hely
Népesség adatok (10)	Idő	Hely	Attribútum
Képi adatok (11)	Idő	Hely	Attribútum
Időjárási adatok (12)	Hely	Idő	Attribútum
Árvízi adatok (13)	Hely	Idő	Attribútum
Légügyi menetrend (14)	Hely	Attribútum	Idő
Mozgó objektumok (15)	Attribútum	Hely	Idő
Mozgó objektumok	Attribútum	Idő	Hely

Forrás (Source): Langran (1993)

Table 1: Representing geographical data

Application(1), Fixed(2), Controlled(3), Measured(4), Soil data(5), Time(6), Attribute(7), Location(8), Topographic maps(9), Census data(10), Raster imagery(11), Weather station reports(12), Flood data(13), Airline schedules(14), Moving objects(15)

1. ábra

Térbeli és időbeli komplex elemzés (mobiltelefon használat)

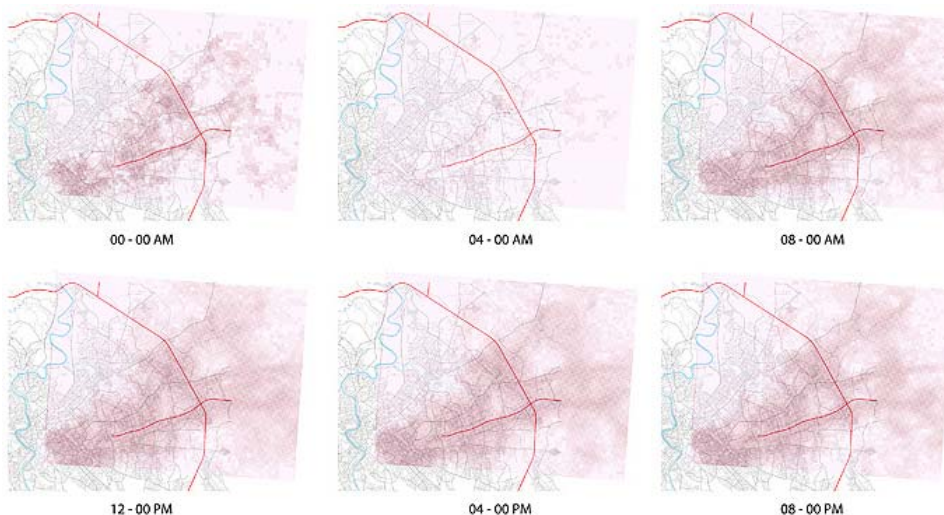


Figure 1: Comprehensive spatiotemporal analysis (mobile phone usage)

Mielőtt azonban a konkrét adatmodellekre, illetve a funkcióik szerinti csoportosításokra térnék rá, érdemes a legalapvetőbb csoportosítási szemponttal megismerkedni. Ez a szempont akár filozófiai megközelítésnek is nevezhető, hiszen az objektumok és az idő viszonyának filozófiai mélységű vizsgálatát feltételezi. Az első megközelítés szerint az időbeli kiterjedés

különbözik a térbelitől. A különböző időbeli állapotok szerves belső részét képezik egy-egy objektumnak, melyeket így akár időbeli kompozitoknak is nevezhetünk. Mint a hernyó és a pillangó, melyek ugyanannak a lénynek különböző állapotai. A másik megközelítés szerint azonban az időbeli kiterjedés szemantikailag azonos a térbelivel, az idő „csupán” egy újabb dimenzió. A térbeli objektumok idősorokban készült állapotképekkel írhatók le.

Az idő adatokat is feldolgozó térinformatikai adatmodellek egyes funkcióik szerint is osztályozhatók. (Langran, 1993) Az alábbiakban tömören ismertetem a legfontosabb csoportosítási szempontokat:

- Az adatmodelleket *alkalmazásuk* szerint csoportosíthatjuk, az egyes komponensek kötöttsége szerint, amire már a korábbiakban kitértem. (1. táblázat)
- Az első szemponthoz kapcsolódóan kell megemlíteni, hogy az egyes alkalmazásokban a tér és az idő komponensek nem mindig szerepelnek azonos súllyal. Így meg lehet különböztetni őket az egyes *komponensek dominanciája* alapján is. (2. ábra) Az ábrában a balról jobbra haladva növekszik az idő adatok dominanciája, ami együtt jár a térbeli információk jelentőségének csökkenésével. Az egyes alkalmazások a tér-idő adatok viszonya szerint kerültek besorolásra a három csoportba.
- Az *időtartam* tekintetében „ad hoc” és „permanens” jellegű adatbázisokat lehet megkülönböztetni. Előbbiek egyedi feladatok kapcsán jönnek létre és a probléma megoldása után lezárnak tekinthetők, míg utóbbiak folyamatos működés mellett újabb és újabb információkkal és a hozzájuk tartozó műveletekkel egészülnek ki.
- Különbőség van a GIS adatbázisok között a *frissítések* módozataiban is. Bizonyos esetekben a régi információt törlik, felülírják, vagy pedig az új adatokkal helyettesítik a régieket, azok megőrzése mellett.
- Az adatok *megjelenítésére* változatos módszereket használnak a különböző alkalmazásokban: adatok grafikus vagy szöveges módosítása, kiegészítése, tematikus szimbólumok, idősorok, animáció.

2. ábra

Tér-idő dominancia a különböző alkalmazásokban

TÉR DOMINÁNS (3)	IDŐBELI ÉS TÉRBELI (4)	IDŐ DOMINÁNS (5)
TOPOGRÁFIAI TÉRKÉPEK (6)	SZIMULÁCIÓS MODELLEZÉS (9)	GYÓGYÁSZATI, JOGI ESETEK MENEDZSELÉSE (12)
KATASZTERI TÉRKÉPEK (7)	HUMÁN, KÖRNYEZETI, ERŐFORRÁS MENEDZSMENT (10)	SZEMÉLYZETI, RAKTÁROZÁSI ADATKEZELÉS (13)
NAVIGÁCIÓ (8)	KATONAI IRÁNYÍTÁS (11)	AUTÓ VAGY FEGYVERTARTÁS ADATKEZELÉSE (14)

Figure 2: Spatial and temporal dominancy in various applications

Space(1), Time(2), Time-dominant(3), Spatiotemporal(4), Time-dominant(5), Topographic maps(6), Cadastral maps(7), Navigation maps(8), Simulation modeling(9), Human, environmental, resource management(10), Military resource management(11), Maintaining medical histories(12), Personnel and inventory recordkeeping(13), Car and gun ownership histories(14)

ADATMODELLEK AZ IDŐ KEZELÉSÉRE

Ebben a fejezetben a legismertebb térbeli és idő adatokat is feldolgozó térinformatikai adatmodellek koncepcióit mutatom be, előnyeikkel és hátrányaikkal együtt. Az ismertetés sorrendje megfelel a fejlődés sorrendjének is. Természetesen jóval több modell is ismert az idő adatok kezelésére (különös tekintettel az utóbbi évekre), de ezeket túl feladatspecifikusnak ítélttem meg, így a terjedelmi korlátok miatt nem térek ki rájuk.

Tér-idő kocka: Ez az elképzelés egyszerűen a két térbeli dimenzióban történő folyamatokat ábrázolja az idő függvényében. Az információ kinyerése egy referencia pont, egy vektor, egy metszet vagy egy kisebb kocka kijelölésével történhet. (3. ábra)

Szekvenciális állapotképek: Adott időpillanatokban készített állapotképek sorozata. A hagyományos térképészet jelenti a gyökereit, és hasonlít a lepergő filmkockákra is. Ebből a megoldásból hiányzik a változások megjelenítése, hiszen a T_1 időpontokhoz tartozó állapotokat tartalmazza. Két különböző időpontbeli állapot közötti különbség meghatározása nehézkes lehet. Két legfőbb hátránya a rejtett struktúra és a redundáns adattárolás. (4. ábra)

Alapállapot módosításokkal: A koncepció állapotképek sorozatát jelenti, kiemelve a különböző időpontok közötti változásokat. Előnye, hogy az egyes időpontokhoz kapcsolódóan nem szükséges a teljes vizsgálati terület objektumait tárolni, hanem csak a változásokat. A változások típusa, időzítése, illetve sorrendje jelenti az időbeliség tulajdonképpeni lényegét, ezért ezeknek az adatoknak a tárolása jóval logikusabbnak tűnik, mint a szekvenciális állapotsorok használata. E megoldás további előnyei az adatstruktúra nyilvánvaló időbelisége és a minimális redundancia. (5. ábra)

Tér-idő kompozit: Ez a megoldás az „Alapállapot módosításokkal” koncepcióból indul ki, és további – különösen adattárolási – célokat valósít meg. Az egyes entitások jellemezhetők a teljes „történetükkel”, azaz attribútum típusú adatokkal. Egy tér-idő kompozit generálása egy időbeli állapotsorból a három dimenzió kettőre történő redukálását jelenti, ami lehetőséget teremt a térbeli komponens kezelésére az idő kizárásával, illetve az idő kezelésére a helyzeti információk nélkülözésével. A koncepció legfőbb hátránya, hogy egy idő után a modellben egyre növekvő számú és egyre kisebb területű entitásokat kell ábrázolni, így csak viszonylag kis terület és kis időintervallum esetén alkalmazható hatékonyan. (6. ábra)

Objektum orientált rendszer: Ez az újszerű adatmodellezési eljárás a térinformatikai alkalmazások esetében is megjelent. Többek között az idő kezelésével kapcsolatosan is. Ezek közül egyet emelek ki, amely véleményem szerint jól mutatja be e koncepció lényegét. A konkrét példa elnevezése: Feature Evolution Model. (Lohfink et al., 2007) Ez a modell is egy alapállapotból indul ki, és az egyes időpontokhoz kapcsolódóan tárolja az objektumok verzióit. Az objektumok állapotát az attribútum adatok írják le. A modellben a változások is objektumokként jelennek meg, események vagy folyamatok formájában, melyek szintén rendelkeznek attribútumokkal. Az események egy időponthoz, míg a folyamatok egy időintervallumhoz köthetők. A változások az objektumok attribútumain keresztül alakítják ki az új állapotot, azaz ugyanazon objektum két állapota (verziója) között egy változás teremt kapcsolatot. (7a. ábra) A modell következő szintjén az egyedi objektumok és változások szerveződnek „komplex objektumokba” (pl. régió) és „átmenetekbe”. (7b. ábra) Végül a harmadik szinten két összefoglaló jellegű objektum típus létezik: a „kialakult objektum” és az „állapot leíró”. Ezek közvetlen kapcsolatban vannak az egyedi és komplex objektumokkal és az átmenetekkel is, így tulajdonképpen az egyes objektumtörténeteket

tartalmazzák. (7c. ábra) Ez egyfajta redundanciát eredményez, de azért van szükség rá, mert például egyes objektumok megszűnhetnek, és csak ily módon marad „nyomuk”. Itt szeretném megjegyezni, hogy a magyar elnevezésekkel ez esetben is bajba kerülhet a felhasználó és az olvasó, mert igen nehéz az angol „feature” és „object” definíciók elkülönítése és értelmezése.

Mindegyik koncepció esetében a legfontosabb kérdés az időtartam és ehhez kapcsolódóan a T_i időpontok helyes megválasztása, azaz a megfelelő időintervallumok kijelölése. A mintavételezés folyamatának megértése nagy jelentőségű, mivel az adatokból levonható következtetések függhetnek a mintavételezés módjától. (Elek, 2004) Azonban sok esetben nincs lehetőség az ideális vagy ahhoz közelítő mintavételezés kivitelezésére. A következő fejezetből kiderül, hogy a hadtörténeti rekonstrukció e tekintetben is a speciális alkalmazások közé sorolható.

3. ábra

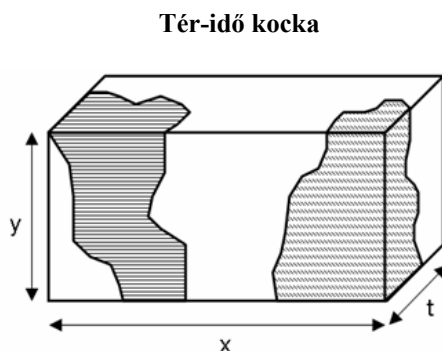


Figure 3: Space-time cube

4. ábra

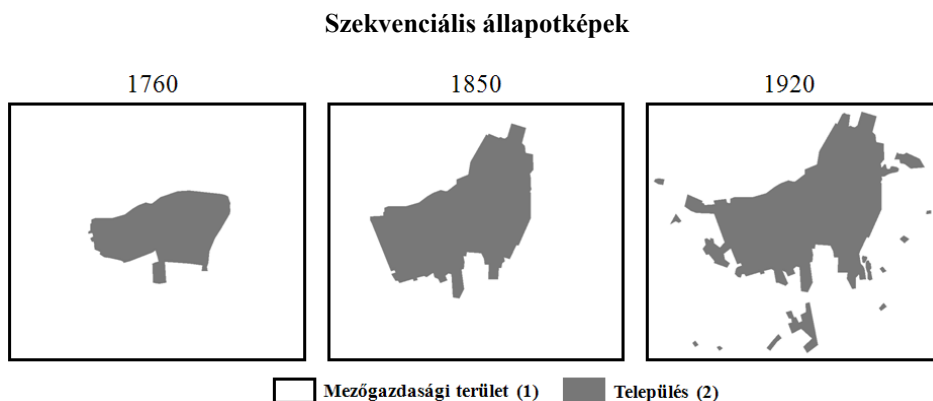


Figure 3: Sequential snapshots

Rural area(1), Settlement(2)

5. ábra

Alapállapot módosításokkal

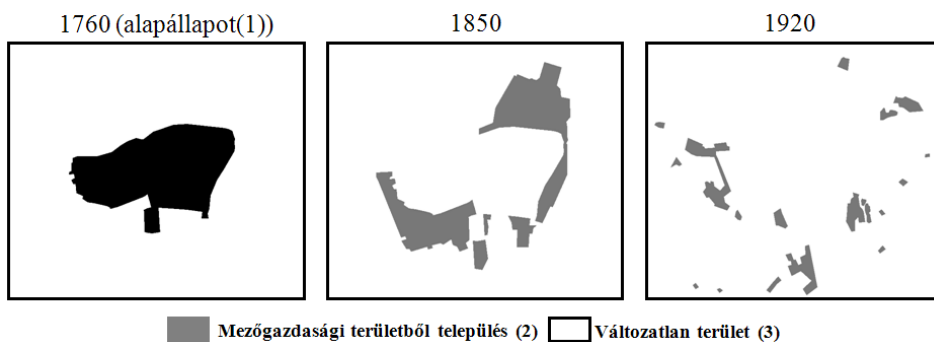


Figure 5: Base statement with amendments

Base statement(1), Rural area changed to urban(2), Unchanged area(3)

6. ábra

Tér-idő kompozit

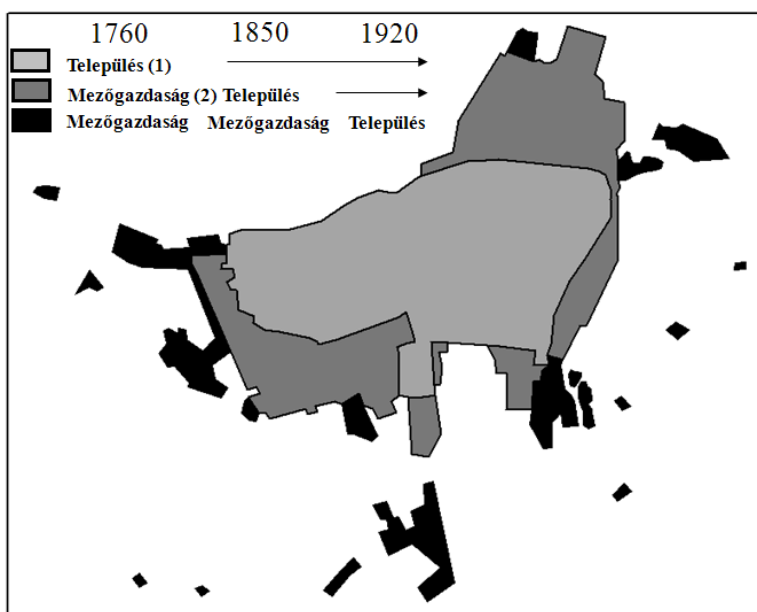


Figure 6: Space-time composite

Urban area(1), Rural area(2)

7a. ábra

Objektum orientált modell (OOM) 1. szintje

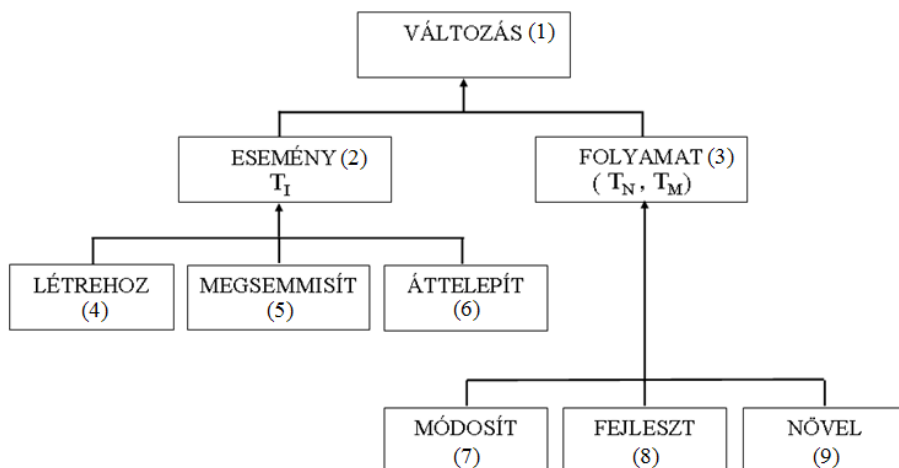


Figure 7a: The 1st level of the Feature Evolution Model (FEM)

Occurrent(1), Event(2), Process(3), Creation(4), Destruction(5), Relocation(6), Modification(7), Development(8), Growth(9)

7b. ábra

Objektum orientált modell (OOM) 2. szintje

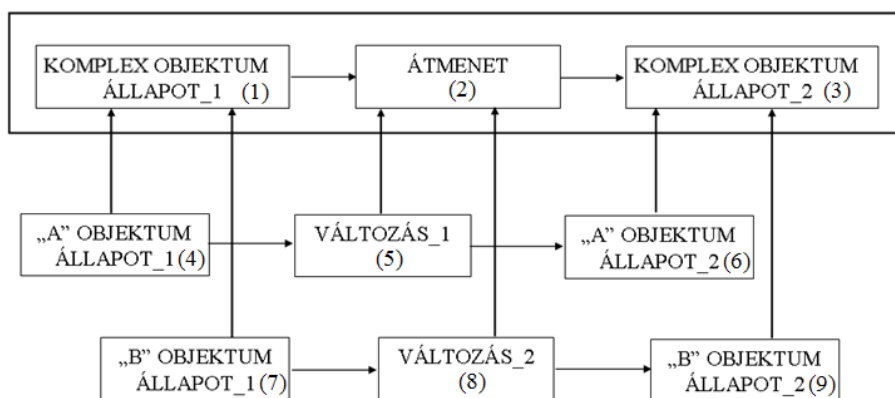


Figure 7b: The 2nd level of the Feature Evolution Model (FEM)

Evolved feature state_1(1), Transition(2), Evolved feature state_2(3), Object_A state_1(4), Occurrent_1(5), Object_A state_2(6), Object_B state_1(7), Occurrent_2(8), Object_B state_2(9)

7c. ábra

Objektum orientált modell (OOM) 3. szintje

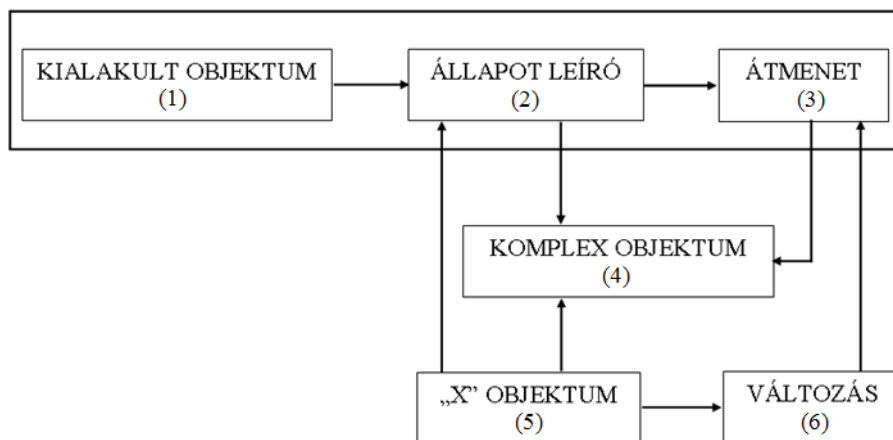


Figure 7c: The 3rd level of the Feature Evolution Model (FEM)

Evolved feature(1), State descriptor(2), Transition(3), Complex feature state(4), Object_X(5), Occurrent(6)

HADTÖRTÉNETI REKONSTRUKCIÓ

Mint azt a bevezetőben is említettem, kutatási témám a hadtörténeti folyamatok térinformatikai feldolgozása, mely során az idő kezelésének problematikájával is találkoztam. Az események és objektumok rekonstrukciója során az idő adatok kiemelt jelentőséggel bírnak. Az ismertetett koncepciók közül azonban egyik sem alkalmazható önállóan ennél a feladatnál, több okból sem. Az alábbiakban összefoglalom azokat a sajátosságokat, melyeket figyelembe kell venni az ilyen típusú térinformációs rendszer kialakításakor.

A hadtörténeti események vizsgálatánál az időtartamok általában ismertek – hiszen már befejeződtek – és nagyon változatos képet mutatnak: a középkori néhány óras csatáktól, az évekig tartó újkori háborúig. Ez az ismeret előnyt jelent az ilyen jellegű kutatásoknál. Az adatok tekintetben azonban, általában probléma merül fel. Sajnos csak a legkritkább esetben fordul elő, hogy a források megfelelő számban állnak a rendelkezésünkre. Így természetesen az adatok mindegyikét fel kell használni egy egységes rendszerben az optimális végeredmény érdekében. Az adatmodellek közül az idősorok és a tér-idő kompozit koncepciók alkalmazása tűnik célravezetőnek. A rekonstrukciók kiemelt funkciója az adatmegjelenítés. A feladat az objektumok, alakulatok és arcvonalak adott időpontbeli elhelyezkedésének és mozgásainak megjelenítése. Egy alakulat egy időben általában csak egy pozícióban van, és ezt egyszerűen lehet ábrázolni, például alakulatjelekkel. Az arcvonalak tekintetében a vonalas és a felületszerű ábrázolás is szóba jöhet. Ezek változása az időben, már önmagában elég informatív, ezt azonban a hagyományos térképekhez hasonlóan érdemes kiegészíteni a mozgásokat jelentő nyilakkal, tematikus szimbólumokkal. (8. ábra)

8. ábra

Hadtörténeti események GIS adatbázisban (Budapest ostroma 1944-45)

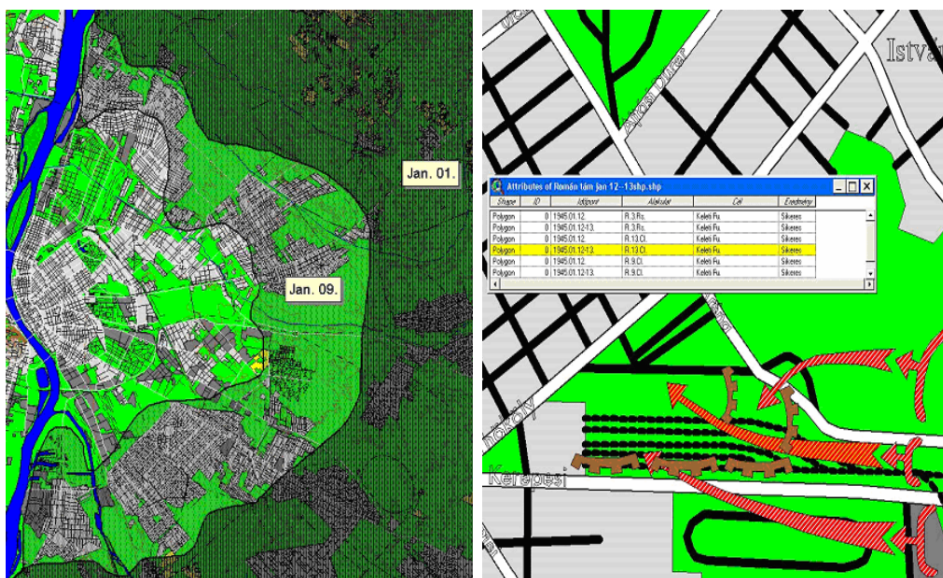


Figure 8: Military historical events in GIS database (the siege of Budapest 1944-45)

KÖVETKEZTETÉSEK

A korábbi fejezetekből levonhatjuk azt a következtetést, hogy önmagában egyik ismert idő adat kezelési koncepció sem alkalmazható a térinformatikának e speciális alkalmazási területén, de összességében elmondható, hogy a hadtörténeti események rekonstruálásához egyfajta vegyes megoldást kell megvalósítani. (Juhász 2008) Az adatbázisnak tartalmaznia kell:

1. a fontos időpontokat a megfelelő objektumok attribútumaként
2. az időintervallumoknak és alakulatok szintjének megfelelő részletességű rétegeket
3. a domináns változásokat bemutató áttekinthető jellegű és részletességű rétegeket
4. lehetőség szerint animációkat, a minél szemléletesebb megjelenítés miatt

A második és harmadik kritérium azt jelenti, hogy bizonyos eseményekhez kapcsolódóan regionális és lokális megjelenítésre is szükség van, különböző rétegeken, eltérő méretarányú és más jelkulcsi beállításokkal rendelkező objektumokkal.

IRODALOM

- Elek I. (2004): Domborzati modellek és a mintavételi tétel (I. rész). Geodézia és Kartográfia 10. LVI., 21-24. p.
- Juhász A. (2004): A XIX-XX. századi tábori erődítések a Kárpát-medencében. Hadtörténeti rekonstrukció térinformatikával. TINTA Könyvkiadó, Budapest
- Juhász A. (2008): Hadtörténeti folyamatok rekonstrukciója távérzékelés és térinformatika segítségével. PhD értekezés

- Langran G. (1993): Time in Geographic Information Systems. Taylor & Francis, London, Washington
- Lohfink A., Carnduff T., Thomas N., Ware M. (2007): An Object-Oriented Approach to the Representation of Spatiotemporal Geographic Features. Proceedings of the 15th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, ACM GIS 2007. Seattle, Washington, USA. Article No. 35.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Juhász Attila

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3. K. I. 19.

*Budapest Universit of Technology and Economics Department of
Photogrammetry and Geoinformatics*

H-1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3. K. I. 19.

Tel.: +36-1-463-3086, Fax: +36-1-463-3084

e-mail: atjuhasz@eik.bme.hu