

„We have built our future upon a capability that we have not learned how to protect!”³⁷¹ [1]

Sajnos a rohanó és globális világunkban a dolgokat létrehozunk és csak egyetlen cél lebeg a szemünk előtt, ez pedig a pillanatnyi működőképesség elérése. Nem tervezünk hosszútávra, nem gondolkozunk komplex rendszerekben, nem érdekelnek a hatások, amelyek a környezetre hatnak, illetve ami a környezetből hat a rendszerünkre. Azonban a legelkeserítőbb, hogy talán a gyors létrehozás miatt elhanyagoljuk a biztonsági kérdéseket. Amennyiben mégis készülnek hatástanulmányok, kockázatelemzések, egyáltalán bármilyen dokumentáció a fejlesztések alatt, azok egy steril, környezeti hatásokat mellőző elemzés. A megépített rendszereket mindig meg kell(ene) vizsgálnunk egy a valóságot leképező működési környezetében is.

A következőkben tisztázom az alapfogalmakat, úgy mint mi a rendszer, mit nevezünk komplex rendszernek, mi a hálózat. Ezt követően bemutatom, hogy a valóságos rendszer a gráfokon és mátrixokon keresztül hogyan seítheti a kockázatkezelés és egy döntéstámogató rendszer működését.

Rendszer

Fontos tisztázni néhány alapfogalmat. Véleményem szerint a Rendszer az egymással összefüggésben, kölcsönhatásban levő elemek hálózata, amelyek egy egészet alkotnak valamilyen cél érdekében. Egy elem tulajdonságának a megváltoztatása hatással lehet más elemekre és befolyásolja az egész rendszer tulajdonságát. A rendszerelemeket tartalmazó halmazon kívül eső részt környezetnek nevezzük. A rendszert és a környezetet elválasztó rész a rendszerhatár. Nagy kérdés az is, hogy mi számít rendszerelemnek? Az önálló entitással bíró halmaz már rendszerelem, de egyben ez is egy Rendszer, amely tovább bontható még több részerelemre. Amennyiben az embert Rendszernek veszem, a szervek, végtagok rendszerelemek, de ugyanakkor ezek is tovább bonthatóak egészen sejt szintig.

A létfontosságú információs rendszer és létesítmény (Kritikus Információs Infrastruktúra) is egy rendszer, illetve egy rendszer része. Jogszabály az alábbiak szerint fogalmaz:

„a társadalom olyan hálózatszerű, fizikai vagy virtuális rendszerei, eszközei és módszerei, amelyek az információ folyamatos biztosítása és az informatikai feltételek üzemfolytonosságának szükségességéből adódóan önmagukban létfontosságú rendszerelemek, vagy más azonosított létfontosságú rendszerelemek működéséhez nélkülözhetetlenek.”³⁷² [6]

A Rendszer környezete és viselkedése szempontjából fontos még a komplex rendszer fogalma. Szent-Györgyi Albert szerint Az egész több mint a részek összege.

A rendszerek rendszerelemekből állnak, amelyek kölcsönhatásban vannak egymással. A számunkra rendezett rendszerek hierarchikusan épülnek fel. Azonban a valóságban az elemek bonyolult hálózatot alkotnak, amelyek kölcsönhatásba lépnek egymással. A kialakult komplex rendszerek egyes alrendszereinek működése a teljes rendszerre úgy hat, hogy az megváltoztatja a rendszer alapvető működését. Ilyenek pl. a turbulens áramlások, amelyeket különböző irányú és sebességű örvények alkotják és abból alakul ki. [2]

A komplex rendszerekre jellemző tulajdonsága a spontán szerveződés, amely a külső beavatkozások nélkül jön létre. Kialakul egy új, a rendszerre jellemző, annak tulajdonságát meghatározó felépítés. A természetben a hókristályok kialakulására jellemző folyamat, amikor a folyadékból a kristályszerkezet kialakulása közt megfigyelhető az pont, amikor a rendezetlen állapotából a rendszer a rendezett állapotot veszi fel. Ez a fázisátalakulási pont általában jellemző a komplex rendszerekre, ahogyan a „káosz” határán mozognak. Nehezen leírható, de mégis tartalmaz valamilyen törvényszerűséget.

A modellezésnél úgy, mint a kockázat elemzésnél képtelenség minden tényezőt figyelembe venni, az optimális vizsgálati mélységet kell megtalálni. Érdekes fogalom a pillangóhatás, amely egy folyamatot ír le, ami leginkább az időjárás vizsgálatával szemléltethető. Az időjárás változását nehéz rövid idő alatt megjósolni, mert több egymástól látszólag független dolog hat egymásra, amelynek hatásai vagy összeadódnak, vagy kioltják egymást. A pillangó szárnyának csapása kelthet olyan szelet, amely tornádóhoz vezethet. A rendszer elemek

³⁷⁰ PhD, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola oktató

³⁷¹ George J. Tenet volt CIA igazgató

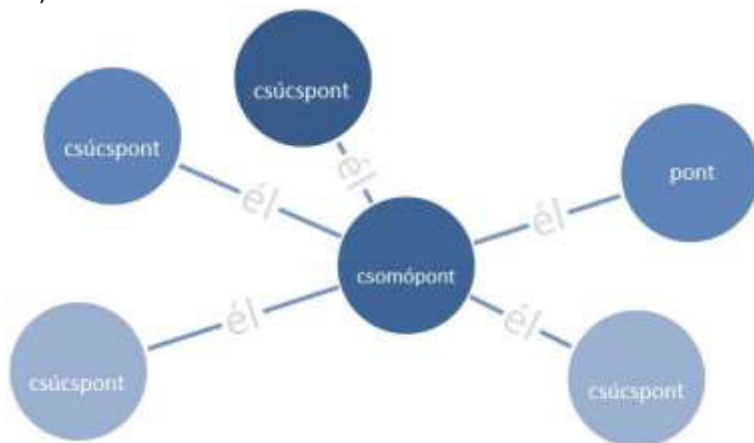
³⁷² 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról, 2013

modellezésére nagy számításkapacitással bíró szervereket használnak, azonban ezek is sokszor lassabban számolják ki a lehetséges időjárást, mint az bekövetkezik. [2]

Az olyan rendszer vizsgálatához, ahol a rendszerelemek bonyolult hálózatba vannak kapcsolva, a hálózatelméletet kell segítségül hívni, vagy más megközelítésből a gráfelméletet. A gráfok a hálózatok matematikai leírása, amellyel a kapcsolatok által a kölcsönhatásokat, mozgásokat, viselkedést tudjuk leírni egy matematikai szempontból feldolgozható formába. A különböző rendszerekről felírt „modellek” hasonlóságot mutathatnak, amelyekből szabályszerűségekre következtethetünk. A gráfokból már könnyebben képezhetünk mátrixokat a későbbiekben bemutatott módszerekkel. Amennyiben a társadalmat is egy rendszernek tekintjük, akkor az emberek viselkedése és környezete is nagyban befolyásolja a társadalom egészét. A kollektív viselkedés vizsgálata során érdekes az embertömegek mozgásának a megfigyelése vagy éppen a madár illetve halrajok mozgása. Egy-egy lény mozgásából nem lehet következtetni a csoport mozgására. A viselkedéskutatás másik érdekessége a kollektív tapsolás vagy a stadionokban megfigyelhető hullámlás. Természetesen itt is a Rendszer elemének (maga az ember) vizsgálata is bonyolult és mindenre kiterjedően lehetetlen. Az egyes betegségek kialakulása betegségenként is komoly fejtörést okoz az emberiségnek, pedig ha valaki megbetegszik az erősen befolyásolhatja a közösség életét, viselkedését. Az emberi élet és az idő múlásánál érdekes kérdés a sejtek kialakulása az emberi élet kezdetén. Vajon honnan tudja az egy sejtől kialakult újabb sejt, hogy ő csont lesz, vagy a szívnek az alkotóeleme? Hogyan alakulnak ki a kapcsolatok, az idegrendszerek bonyolult szerkezete minden embernél szinte ugyanúgy? Amennyiben ezekre választ akarunk kapni, fontos, hogy rendszerben tudjunk gondolkodni és meg kell érteni a hálózat működését, ami az egyes alkotóelemeket összeköti, mert az ugyanolyan elemekből felépült hálózat gyökeresen más rendszert is eredményezhet a kapcsolódásuktól függően. Nincs ez másképpen az informatikai rendszerek kialakulásánál és felépítése tekintetében sem, de a viselkedésében, sebezhetőségében is hasonló kérdésekkel kell szembenézni.

Hálózat

Egy régebbi megfogalmazás szerint a hálózat „Valaminek szabályos hálószerű szövedéke.”³⁷³ Ez a modellezés szempontjából nem túl kielégítő megfogalmazás. Sokkal inkább jellemzi a valós képet a következő: Egymással összekapcsolt csomópontok halmaza, amelyek rendszert alkotnak. A hálózatok matematikai leírása gráfokkal lehetséges, amelyek csúcspontból (csomópontokból) és éllekből (a köztük levő kapcsolat) állnak.



5. ábra - Hálózat

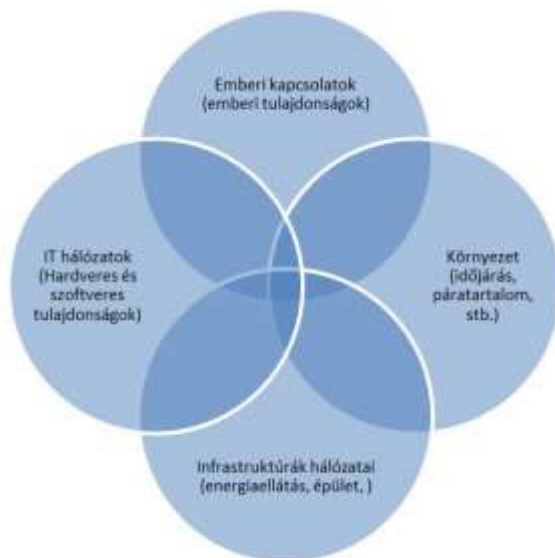
Az emberi komplexitásból adódóan többdimenziós hálózatokról is beszélhetünk, amelyek csatlakoznak egymáshoz. A hálózatelmélettel vizsgálható az élővilágra veszélyes vírusok terjedése, valamint a számítógépes vírusok terjedése is. Kutathatóak a szociológiai, közgazdasági, természet és ember kapcsolata éppúgy, mint minden egyéb más hálózat.

Az egyes hálózatokat, a bennük lejátszódó folyamatokat tekintve legtöbbször önmagukban, egy dimenzióban vizsgáljuk. Azonban az élet, a világ egészét vizsgálva már a hálózatok közt is kapcsolatokat fedezhetünk fel.

³⁷³ Magyar Értelmező Kéziszótár: 1982

Ekkor már többdimenziós hálózati modelleket kell elemezni. Fontos, hogy az különböző területek kutatói ne csak önmagában az egyes hálózatokat vizsgálják, mert ez téves eredményeket hozhat. Gondoljunk bele az orvostudományba, ahol egészen mostanáig a panaszok okainak megszüntetése helyett a felületi kezelés volt a cél. Ha nem fáj akkor nincs?

Emberek üzemeltetik az IT rendszereket, emberek a felhasználók, a rendszereknek ki és bemeneti pontjai vannak, amelyekkel csatlakoznak más rendszerekhez, illetve átadnak információkat. Mindemellett az IT rendszerekre hat a környezete és ő is hat rá. Kialakul egy már-már kezelhetetlen komplex rendszer. Az IT rendszerek összekapcsolásakor fontos az OSI³⁷⁴ modell, de fontosak a közösségi hálókat (ide értem a személy családi, baráti, munkahelyi kapcsolatait is), szabályzó rendszereket, szervezeti struktúrákat (beleértve a beszállítókat, bedolgozó vállalkozókat és ügyfeleket), környezeti hatások hálózatát, infrastrukturális kapcsolatrendszereket (villamosenergia-, víz-, gáz-, üzemanyag-, távközlési-, úthálózatok; épületek, stb.), gazdasági folyamatokat és minden olyan hálózatot is egy-egy réteggént kezelni. Amikor megvizsgáltuk a rétegek összetételét és viselkedését külön-külön, rátérhetünk a kapcsolódási pontok keresésére. Sokáig azt hittük ezt nem lehet kezelni, de pont a bonyolultságot előidéző technikai fejlődéssel modellezhetjük a rendszereinket. A hálózat elemzésében is segítséget nyújtott az Internet megjelenése. A rendszerek hierarchikus felépítésűek. A kialakuló különböző hatások nemcsak vertikálisan hatnak, hanem a különböző hálózatok egyes hierarchikus szinteken kapcsolódnak ilyen módon egymáshoz. Az így kialakult rendszer tehát attól lesz komplex, hogy az egyes rétegek közti kölcsönhatás eredményeképpen egy minőségileg új, az egyes részekről eltérő viselkedést mutat. Ebből következik az a téves kialakult gyakorlat, hogy a mai szabályzó és az esetek túlnyomó többségében az IT rendszerek biztonságát elemzők nem gondolkoznak komplex rendszerekben, noha gyakorlatilag ezt vizsgálnak. [3] Csatolt kép megnevezése: halozatok_osszekapcsolasa.jpg



6. ábra hálózatok összekapcsolódása

Modellezés

„A modell egy valóságos rendszer egyszerűsített, a vizsgálat szempontjából lényegi tulajdonságait kiemelő mása. A modell mindazon másodlagos jellemzőket elhanyagolja, amelyeket a kitűzött vizsgálat szempontjából nem tekintünk meghatározónak. Ezért elég, ha a modell a valódi rendszert csak a meghatározott szempontból vagy szempontokból helyettesíti. Sőt, a vizsgálat szempontjából

³⁷⁴ OSI modell: Open Systems Interconnection Reference Model.

*lényegtelen szempontok figyelembevétele kifejezetten káros. Bonyolítja magát a modellt és így a vizsgálatot, de lényegi információhoz nem jutunk vele.*³⁷⁵

Egy Rendszer megépítéséhez, üzemeltetéséhez szükséges modellezni azt, hogy a későbbiekben elemezni lehessen az előrejelzések, riasztások érdekében. A számítógépes feldolgozáshoz le kell fordítani a valóságot a matematikai, majd a számítógép számára is érthető, feldolgozható információkká. Az előzőekben bemutatottak alapján, gráfokkal (hálózattal) írjuk le a rendszert. A csomópontok lehetnek az elemek, amelyek önálló entitással rendelkeznek, kellően egyszerűek a vizsgálat szempontjából. Ezeket összekötő kapcsolatokat, állapotváltozást pedig a gráf élei írják le.

A csomópontok leírása szempontjából beszélhetünk diszkrét és folytonos értékekről. A folyamatos jelnél az idő minden értékére értelmezhető (p. analóg jel), a diszkrétnél csak egyes időpillanatokban vett jeleket értelmezzük, ilyenek az analóg jelek a digitalizálást követően. Beszélhetünk még intenzív és extenzív értékekről. Az intenzív értékek nem összegezhetőek, az extenzívek pedig összegként jeleníthetőek meg. Fontos fogalom még a sztochasztikus és a determinisztikus jel. Determinisztikus jelfolyamról beszélünk, ha minden időpillanatban egyértelműen meghatározható a jel értéke, sztochasztikus, ha nincs ismeretünk minden időben a jelről. Ekkor a modell nem pontos. Ahhoz, hogy a valósághoz közelítsen a modellünk valószínűség számítás és statisztikai módszereket kell alkalmazni. A két típusú jelsorozat a gyakorlatban egyszerre jelenik meg a rendszerek vizsgálata során, gondoljunk a hasznos és a zaj együttes jelenlétére. A tökéletes az lenne, ha analóg jelet tudnánk feldolgozni, mert vagy túl sűrűn veszem a jelet és akkor közelítek a valósághoz, de ekkor túl sok adatot kell feldolgozni, vagy kevés a minta, de akkor pontatlan lesz a modell. [4]

Mátrixok

Természetesen a gráfok önmagukban még nem dolgozhatóak fel számítógéppel. gráfokból mátrixokat kell létrehozni, amelyekkel már számításokat lehet elvégezni. Az informatikai rendszerek modellezése és elemzése szempontjából az alábbi mátrixokkal dolgozhatunk:

- Szomszédsági mátrix
- Elérhetőségi mátrix, Hatványmátrix
- Összegmátrix
- Elérhetőségi mátrix

Csúcs, vagy szomszédsági mátrix segítségével adott két pont között elhelyezkedő élek számát írjuk fel. Az oszlopok és sorok keresztmetszetében elhelyezkedő szám az élek száma. Fontos, hogy a többszörös élek és a hurok élek nincsenek értelmezve. Könnyen belátható, hogy ennek a mátrixnak hasznát vehetjük a gyakorlatban. Jól követhető a redundancia, ami rendszer biztonságát adja, de látható a feleslegesen sok kapcsolattal rendelkező két pont közti összefüggés. Amennyiben a szomszédság mátrixot önmagával szorozzuk meg megkapjuk az elérhetőségi mátrixot, vagy más néven a létrehozásából adódó hatványmátrixot. A gyakorlatban ez a mátrix mutatja, hogy a gráf egy pontjából hány különböző úton juthatunk el egy másik pontjába. A bejárt utat a csúcspontok sorrendjének különbözősége jelenti. Ebből következik, hogy két egymás után következő pont közt csak egy út lehet, hiába több él köti össze.

Az elérhetőségi mátrixok összegeként megkapjuk az összegmátrixot, amely azt jelzi, hogy legfeljebb k lépésben hány egymástól független úton lehet eljutni egy adott pontból a másik kiválasztottba. A gyakorlatban például a Routerok forgalomirányításánál a RIP³⁷⁶ egy távolságvektor alapú IGP³⁷⁷ protokoll, amelyre jellemző, hogy a routing tábla tartalmazza a hoppok³⁷⁸ számát. Maximum 15 Router hosszúságú optimális útvonalak esetén alkalmazható, mert a 16 már végtelennek számít és „megszakad” az út.

Amennyiben csak arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy adott pontból elérhető-e egy másik pont legalább egyféleképpen k lépésből, akkor a szignum mátrixot kell használni.

Azonban, ha kizárólag arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy adott pontból elérhető-e egy másik pont akármennyi lépésből is, akkor a $Z_{(m*m)}$ elérhetőségi mátrixot kell használni.

A szignum mátrixot és az elérhetőségi mátrixot is sokféleképpen alkalmazható az informatikai kockázatkezelés alkalmával, de a kockázatelemzéskor is vizsgálható, hogy az adott elemre lehet-e hatása egy másiknak, illetve mennyire csökken annak a hatása a kapcsolatok számának növelésével. Egy bonyolult rendszerbe behelyezünk egy új elemet, a kapcsolódási pontok beírásával vizsgálható a rendszerre gyakorolt hatása, illetve a rendszer hogyan hat az új elemre. Rájöhetünk olyan összefüggésekre, amelyekre egyszerű, illetve más vizsgálati módszerekkel nem mutathatók ki.

³⁷⁵ Pokorádi László: Rendszerek és folyamatok modellezése 26. o.

³⁷⁶ RIP: Routing Information Protocol

³⁷⁷ IGP: Interior Gateway Protocol

³⁷⁸ Hány Routeren keresztül érhető el a célállomás.

A rendszerelemek tulajdonságának vizsgálatánál azonban meg kell húzni egy határt, ahol megmondjuk, milyen mélységig elemezzünk. Egészen atomi szintekig is vizsgálódhatnánk, ám ekkor biztosan elvesznénk a részletekben.

A gráfok élei az állapotváltozásokat, kapcsolatokat jellemzik, de a csomópontok a rendszerelemeket. Az, hogy egy állapotból mikor megy át egy másik állapotba a sztochasztikus modelleknél sok mindentől függ.

A mindennapi életben igen gyakran használjuk a valószínűség fogalmát, amikor egy esemény bekövetkezési esélyét próbáljuk számszerűen meghatározni. A lehetetlen esemény valószínűsége 0, a biztos esemény valószínűsége 1, és a két szélső érték között a valószínűségi skála egyéb értékei szerepelnek. Minél nagyobb egy esemény bekövetkezésének az esélye, valószínűsége annál inkább közelíti az 1 értéket.

A bemutatott néhány példán is látható, hogy a valószínűségszámítás és statisztika milyen sok területen segítheti az elemzést, illetve a kockázatelemzést, kockázatkezelést. Így felhasználható a Binomiális eloszlás, Polinomális eloszlás, Poisson-eloszlás, a nagy számok törvénye, klasszikus eloszlásokat követő események vagy a valószínűségi változók, az eloszlás- és sűrűségfüggvény, a feltételes eloszlásfüggvény, független valószínűségi változók eloszlás- és sűrűségfüggvénye. Hasznát vesszük még a nevezetes eloszlások szórásának, független valószínűségi változók összegének, a lineáris kombinációjának szórása, a feltételes szórás, a Markov-egyenlőtlenség, a Csebisev-egyenlőtlenség, a sztochasztikus konvergencia fogalmának, a nagy számok törvényének, a centrális határeloszlástételnek, statisztikai mintavételnek, szignifikancia számításnak, stb. [5]

A nagy rendszerek modellezésére, ahol sok bizonytalansági tényezővel találkozunk kiválóan alkalmazható a Fuzzy modellezés. A kockázatkezelési eljárásoknál ez a fajta modellalkotás gyors számítógépekkel feldolgozható kockázatbecslési számításokkal segíti a döntéshozatali folyamatokat.

Az alkalmazása során valamilyen kvalitatív eljárást alkalmaznak. Az ISO/IEC 27005 –ban jól ismert Kockázatbecslési Mátrixot felhasználjuk, amely a kockázat súlyosság és valószínűségét írja le. Ebből megalkotjuk a kockázati kategóriák tagsági függvényeit. Majd ezt követően a rendszer a bemenő jellemzőinek pillanatnyi értékeihez egy-egy fuzzy tagsági értéket rendelünk. A fuzzyfikációval kapott eredmények alapján megállapítható a veszély súlyossága, az esemény bekövetkezésének valószínűsége. Ez után már logikai kapcsolatokkal feldolgozható a rendszerben bekövetkező változás. A rendszer automatikus riasztásokat adhat, illetve be is avatkozhat. [4]

Összefoglaló

A bemutatott „építőkövek” segítségével látható, hogy egy bonyolult rendszer is lemodellezhető és ezáltal értelmezhető a számítógép számára. Amennyiben rendszerszemléletben gondolkodunk és a hálózatelméleti kutatások eredményeit is helyesen tudjuk alkalmazni, akkor lehetőség nyílik egy olyan szoftver megalkotására, amely segíteni tudja a magas rendelkezésreállást a kritikus Információs Infrastruktúrákban. A tudományok összekapcsolásával, illetve összehangolásával a gyakorlati életben is használható újításokat érhetünk el. A fizika, matematika, informatika és társadalomtudomány együttes alkalmazása így hozhat számunkra új eredményeket. Természetesen ez a megállapítás igaz lehet az orvostudomány és az informatika és sok-sok párosításra. Ezen területen szerzett ismeretek rendszerszemléletű feldolgozása és a megfelelő helyeken történő összekapcsolása egy új rendszert alkot.

Irodalomjegyzék

- [1] George J. Tenet (volt CIA igazgató): Understanding cyberspace is key to defending against digital attacks
http://www.washingtonpost.com/investigations/understanding-cyberspace-is-key-to-defending-against-digital-attacks/2012/06/02/gJQAslr19U_story.html [2013.04.12.]

- [2] Vicsek Tamás: A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata
<http://www.matud.iif.hu/03mar/vicsek.html> [2014.04.01.].
- [3] ISO/IEC 27005, 2011
- [4] Pokorádi László: Rendszerek és folyamatok modellezése
Campus Kiadó, Debrecen, 2008. 26.
- [5] Obadovics J. Gyula: Valószínűségszámítás és Matematikai Statisztika
SCOLAR KFT., Budapest, 2009. 1121.
- [6] A minősített adat védelméről szóló 2009. évi CLV. törvény, 2009.
- [7] 1. F. Szlivka, I. Molnar: Measured and non-free vortex design results of axial flow fans, Journal of Mechanical Science and Technology 22:(10) pp. 1902-1907, 2008
- [8] 2. Dr. Ferenc Szlivka, Dr. Péter Kajtár, Dr. Ildikó Molnár, Dr. Gábor Telekes: CFX Simulation by Twin Wind Turbine, International Conference on Electrical and Control Engineering (ICECE), Wuha, China, pp. 5780-5783
- [9] Rajnai Zoltán, Fregan Beatrix: Un portrait militaire au reflet de l'insurrection hongroise, ORIENTS 2013: (10) pp. 93-96.