

Munk Sándor¹

Újrafelhasználható interoperabilitási szoftverkomponensek NATO informatikai rendszerekben

Reusable Interoperability Software Components in NATO C2 Systems

Absztrakt

A napjaink többnemzeti műveleteiben részt vevő, kormányzati és más (nem kormányzati) szervezetekkel együttműködő katonai szervezetek eredményes működésének folyamatosan növekvő jelentőségű feltétele rendszereik interoperabilitása. A NATO katonai informatikai rendszerek fejlesztése, interoperabilitási képességeik megvalósítása és fenntartása a Szövetségi Művelleti Hálózat (FMN) keretrendszer interoperabilitási követelményei figyelembevételével történik. Bár az újrafelhasználható szoftverkomponensekre épülő fejlesztés csökkenti a fejlesztések időtartamát és költségeit, növeli az interoperabilitási képességek minőségét, ilyen komponensek a NATO vezetési és irányítási rendszerek esetében nem állnak rendelkezésre, kérdéseikkel a katonai szakirodalom sem foglalkozik. Jelen publikáció célja, hogy igazolja azt a hipotézist, miszerint vannak olyan – a NATO FMN követelményekben szereplő – interoperabilitási funkciók, amelyek megvalósíthatók újrafelhasználható szoftverkomponensek formájában. Célja összegezni az újrafelhasználható interoperabilitási komponensek fogalmi alapjait, feltárni főbb típusaikat, összevetve a kapcsolódó NATO-dokumentumokkal, és meghatározni az egyes típusok rendeltetését, főbb jellemzőit.

Kulcsszavak: interoperabilitás, NATO vezetési és irányítási rendszerek, újrafelhasználható szoftverkomponensek

¹ Nemzeti Közsolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Informatikai Tanszék, e-mail: munk.sandor@hotmail.hu

Abstract

An increasingly important condition for the successful operation of military organisations participating in today's multinational operations and cooperating with governmental and other (non-governmental) organisations is the interoperability of their systems. The development of NATO military IT systems, implementation and maintenance of their interoperability capabilities is done according to the interoperability requirements of the Federated Mission Networking (FMN) framework. Although development based on reusable software components reduces development time and costs and increases the quality of interoperability capabilities, such components are not available for NATO command and control systems, nor are their issues addressed in military literature.

This publication validates the hypothesis that there are interoperability functions included in the NATO FMN requirements that can be implemented in the form of reusable software components, summarises the conceptual foundations of reusable interoperability components, explores their main types, comparing them with related NATO documents, and defines the purpose and main characteristics of each type.

Keywords: interoperability, NATO C2 systems, reusable software components

Bevezetés

Napjainkban a katonai műveleteket sok esetben különböző nemzetek, haderőnek katonai szervezetei többnemzeti műveletben hajtják végre, együttműködve kormányzati és más (nem kormányzati) szervezetekkel is. A műveleteket végrehajtó erők hatékonysága, eredményessége, sőt egyre inkább alapvető működőképessége jelentős mértékben függ a tevékenységüket támogató informatikai rendszerektől. Így a műveletekben érintett szervezetek együttműködésének, információcseréjének folyamatosan növekvő jelentőségű feltétele az informatikai rendszereik közötti jelentésmegőrző adatcsere, a rendszerek interoperabilitása.

Az információcsere-követelményeket kielégítő interoperábilis adatcsere megvalósítása a résztvevők heterogén informatikai rendszerei között jelentős tervezési, fejlesztési és alkalmazói feladatokat igényel. A NATO esetében az interoperabilitási követelményeket a Szövetségi Műveleti Hálózat (Future Mission Networking, FMN) program 2-3 évente megjelenő továbbfejlesztett és új dokumentumai, eljárási és szolgáltatási utasításai² tartalmazzák. A katonai informatikai rendszerek fejlesztése, interoperabilitási képességeik megvalósítása és fenntartása ezen utasítások figyelembevételével történik. Az interoperábilis katonai informatikai rendszerek hardver- és szoftvertechnológiájára, architektúráis felépítésére az FMN nem tartalmaz előírásokat, kizárólag az együttműködő rendszerekkel megvalósított interfészeit specifikálja, ezen belül is meghatározva kötelező és választható funkciókat, képességeket.

Az FMN követelményeknek megfelelő katonai informatikai rendszerek beszerzése, fejlesztése és továbbfejlesztése egymástól függetlenül folyik a NATO vagy az érintett

² Federated Mission Networking (FMN) Procedural Instructions, Service Instructions.

haderő mint megrendelő követelményeinek megfelelő módon. Minden informatikai rendszerfejlesztés alapvető követelményei közé tartozik a karbantarthatóság és továbbfejleszthetőség, valamint a gazdaságosság. Az ezeknek való megfelelést különböző szoftverfejlesztési megközelítések, módszertanok támogatják. Ezek egyike a komponensalapú szoftverfejlesztés,³ amely újrafelhasználható komponensek széles körű alkalmazására épül.

Egy korábbi publikáció már vizsgálta az újrafelhasználható komponensek katonai informatikai rendszerekben való alkalmazásának alapjait (indokait, feltételeit, lehetőségeit).⁴ Végrehajtott kutatásaim és megszerzett informatikai rendszerfejlesztési gyakorlati tapasztalataim azt mutatják, hogy a fejlesztő szervezetek számára a speciális katonai funkciók esetében nem állnak rendelkezésre újrafelhasználható interoperabilitási komponensek, ilyeneket nem tudnak átvenni és beépíteni a fejlesztés, továbbfejlesztés alatt álló rendszerekbe. Ez növeli a fejlesztések időtartamát és költségét, nehezíti az interoperabilitási képességek megvalósítását.

Alkalmazásuk nyilvánvalónak tűnő előnyei ellenére a katonai szakirodalomban nem találtam az újrafelhasználható interoperabilitási komponensek kérdéseivel foglalkozó publikációkat. Jelen publikációban ezt a hiányt próbálom részben csökkenteni. Alapvető célom annak a hipotézisnek az igazolása, hogy annak a ténynek, hogy az FMN követelményeknek megfelelő katonai informatikai rendszerek fejlesztéséhez nem állnak rendelkezésre speciális katonai funkciókat megvalósítható újrafelhasználható interoperabilitási komponensek, nem az az oka, hogy nincsenek olyan interoperabilitási funkciók, amelyek komponensalapú megvalósítása több fejlesztés során, akár széles körben is használható lenne. A tényleges okok meghatározása további kutatás tárgyát kell képezze.

A fenti cél érdekében a következőkben az újrafelhasználható interoperabilitási komponensekhez kapcsolódóan összegzem fogalmi alapjaikat, meghatározom főbb típusaikat, és mindezt összevetem a legfontosabb kapcsolódó NATO-szabályozókban, -dokumentumokban foglaltakkal, illetve részletesen elemzem a főbb típusokat, meghatározom, hogy melyek lehetnének széles körben használatosak.

A NATO FMN követelmények megvalósítását támogató újrafelhasználható komponensek alapjai

Kutatási célom elérésének megalapozásához elsőként összegzem az újrafelhasználható szoftverkomponensek fogalmi alapjait, értelmezését, ezt követően meghatározom az interoperabilitási komponensek körét meghatározó legfontosabb tényezőket, majd ezek alapján meghatározom az interoperabilitási komponensek körét, fő típusait, és elemzem, hogy ezek közül melyek lehetnek újrafelhasználhatók. Végül az általános szintű eredményeket összevetem a releváns NATO-szabályozókban, -dokumentumokban foglaltakkal.

³ Component Based Software Engineering (CBSE), Component Based Development (CBD).

⁴ MUNK 2015.

Újrafelhasználható szoftverkomponensek alapjai

Kutatási témám középpontjában az újrafelhasználható szoftverkomponens áll, amely a komponensalapú szoftverfejlesztés egyik alapfogalma. A következőkben a szakirodalom alapján meghatározom a fogalom általam használt értelmezését, összegzem szerepét és jelentőségét, valamint bemutatom témám szempontjából legfontosabb jellemzőit.

A széles körben használt definíció szerint a *szoftverkomponens* „egy kompozíciós egység, aminek egyeztetett interfészei és konkrétan meghatározott környezeti függőségei vannak. A szoftver komponens önállóan telepíthető és felhasználható.”⁵ Egy másik, a dolgok internete témakörhöz kapcsolódó definíció szerint a *komponens* „egy rendszer moduláris, telepíthető és cserélhető része, amely magában foglalja a megvalósítást és egy sor interfészt ad közre”.⁶

Az UML modellező nyelv specifikációja⁷ szerint a komponens egy rendszer moduláris része, amely meghatározott funkciót valósít meg, szolgáltatást nyújt. Szolgáltatásai pontosan specifikált interfészeken keresztül érhetők el, és más komponensek szolgáltatásait is (amennyiben vannak ilyenek) ilyen interfészekon veszi igénybe. A komponens önálló, helyettesíthető egység, amely tervezési és futási időben is lecserélhető egy másik komponensre, amely kompatibilis interfészekon keresztül egyenértékű szolgáltatást nyújt.

Egy szoftverkomponens egy vagy több objektumorientált objektumtípust (osztályt) és kapcsolódó adatokat tartalmazó, egy adott platformhoz, infrastruktúrához kapcsolódó, azon telepíthető és működtethető bináris szoftvertermék. Napjaink két legszélesebb körben elterjedt platformja a .NET platform és az Enterprise Java Beans szerveroldali komponens infrastruktúra. Ennek megfelelően a szoftverkomponensek lehetnek például Nuget vagy JavaBeans csomagok.

Mivel a szoftverkomponens fogalma a legtöbb esetben már magában foglalja annak újrafelhasználhatóságát, így jelen publikációban újrafelhasználható szoftverkomponens alatt egy adott platformon telepíthető és működtethető bináris szoftverterméket értek, amelynek szolgáltatásai meghatározott interfész[ek]en keresztül érhetők el, és a továbbiakban – ahol az elegendő – röviden a szoftverkomponens kifejezést is használom.

Az *újrafelhasználható szoftverkomponensek alkalmazásának előnye*, hogy növeli a szoftverfejlesztés termelékenységét, csökkenti a fejlesztési időt és költségeket, javítja a szoftverrendszerek minőségét és megbízhatóságát. Ezzel egy időben a befektetett tervezői-fejlesztői tudás gazdaságosabb hasznosulását is eredményezi, csökkenti ugyanazon képességek újból és újbóli megvalósításának szükségességét, ami lehetővé teszi, hogy a fejlesztési kapacitások az új képességek, funkciók megvalósítására összpontosulhassanak.

A szoftverkomponensek újrafelhasználhatósága jelentős mértékben függ a rendelkezésre bocsátott funkciók szoftverkomponensekre tagolásától, attól, hogy mely

⁵ SZYPERSKI–GRUNTZ–MURER 2002: 41.

⁶ Electropedia 741-01-11.

⁷ OMG Unified Modeling Language, Version 2.5.1 2017: 209.

objektumtípusok, adatok kerülnek egy komponensbe és melyek külön komponensekbe. Ehhez kapcsolódóan a szakirodalomban több tervezési irányelvet fogalmaztak meg, amelyek közül témámhoz kapcsolódóan két irányelvet emelek ki:⁸

- közös újrafelhasználás [common reuse] – csoportosítás felhasználói szempontok alapján: egy komponensbe azok az objektumtípusok kerüljenek, amelyeket közösen használnak fel; a komponensben ne legyenek objektumtípusok, amelyeket egyes felhasználók nem használnak; ha egy objektumtípust a felhasználó önállóan is használhat, külön komponensbe kell kerülni;
- közös lezárás [common closure] – csoportosítás karbantartási szempontok alapján: egy komponensbe azok az objektumtípusok kerüljenek, amelyeket valószínűleg azonos okok miatt ugyanakkor kell módosítani; a követelmények változása lehetőleg csak egy komponens módosítását igényelje.

Interoperabilitási komponenseket meghatározó tényezők

Az interoperabilitási komponensek egy informatikai rendszer azon szoftverkomponensei, amelyek az informatikai képességeket biztosító funkciókat valósítják meg. Fő típusaik definiálásához először összegzem az informatikai képességeket meghatározó követelmények tartalmát és formáját, majd pedig az interoperabilitási komponenseket meghatározó legfontosabb tényezőket.

Az *interoperabilitási képesség* azt jelenti, hogy az informatikai rendszer eleget tesz egy vagy több interoperabilitási követelményrendszernek, képes annak előírásai szerint adatokat cserélni (küldeni és fogadni) más, a követelményrendszernek megfelelő informatikai rendszerrel. Az interoperabilitási követelmények interoperabilitási profilok formájában fogalmazhatók meg, a követelménynek megfelelő interoperábilis adatcsere-szolgáltatás interoperabilitási pontokon keresztül valósul meg.

A *profil* az ISO értelmezése szerint egy vagy több alapszabvány, vagy szabványos profil együttese, kiemelve szabvány részalmazokat, meghatározva választható lehetőségeket és paramétereket.⁹ A NATO C3 Board Interoperabilitási Profil Képesség Csoportja a fogalom tartalmát kibővítette a NATO architektúráis nézetekre (köztük például képességekvetelményekre), protokollokra, megvalósítási lehetőségekre, technikai szabványokra és szolgáltatásinteroperabilitási pontokra vonatkozó összetevőkkel.

Az interoperabilitási követelményeket a NATO informatikai rendszerek esetében *szolgáltatás interfész profilok* (service interface profile, SIP) tartalmazzák, amelyek interoperabilitási szolgáltatások esetében szabványok specifikus használatát határozzák meg egy adott szolgáltatásinteroperabilitási ponton, adott körülmények között. A *szolgáltatásinteroperabilitási pont* (service interoperability point, SIOP) egy referenciapont egy architektúrán belül, ahol egy vagy több szolgáltatásinterfész fizikailag vagy logikailag összekapcsolódik.¹⁰

⁸ NOBACK 2015 alapján.

⁹ ISO/IEC TR 10000, 3.1.4.

¹⁰ NISP 2.2.

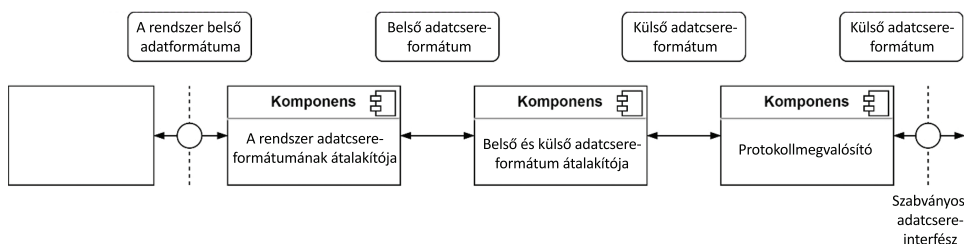
Az interoperabilitási profilban meghatározott követelmények két legfontosabb összetevője az együttműködő rendszerek közötti adatcserére használt protokoll és a cserélt adatok formátuma (külső adatcsere-formátum).

A *protokoll* funkcionális egységek kommunikáció során mutatott viselkedését meghatározó szabályok együttese.¹¹ Alapvetően annak meghatározása, hogy egy funkcionális egység (esetünkben egy informatikai rendszer vagy annak egy összetevője) milyen feltételek mellett, milyen adatokat, milyen úton küld partnerének, és azokra vár-e választ, illetve a partnere által küldött adatokra küld-e választ, milyen adatokat, milyen feltételek mellett és milyen úton. Az adatok cseréje az online mellett történhet offline módon is (például fájlcsereprotokollok).

Az interoperabilitási profilokban az adatcsere-protokollokat jellemzően alacsonyabb szintű protokollokra, azok specifikációira építve írják le. Ez utóbbiak között a katonai informatikai rendszerek esetében kiemelt szerepet töltenek be a TCP, UDP, HTTP és SOAP protokollok, vagy a HTTP protokollra épülő REST megoldás.

A *külső adatcsere-formátum* a partnerrel folytatott adatcsere előírt formátuma, amely legalacsonyabb szinten bitsorozatokat (esetleg bitfolyamokat) jelent. Az interoperabilitási profilokban az adatcsere-formátum napjainkban legtöbb esetben magasabb szinten, elsősorban a strukturált és félig strukturált adatok reprezentációjára (szinte kizárólagosan XML vagy JSON formátumokra) építve van meghatározva. Az informatikai rendszerekben a külső adatcsere-formátumot a használt programnyelv (C#, Java, C++ stb.) elemi és összetett adattípusaival leírt belső adatcsere-formátumban, modellben használják fel.

Egy *informatikai rendszer által használt belső adatformátum* elvileg lehetne egy interoperabilitási profil által meghatározott adatformátum (annak az alkalmazott programozási nyelvnek megfelelő modellje), ez azonban a gyakorlatban szinte lehetetlen. A használt belső adatformátummal szemben támasztott legfontosabb követelmény, hogy feleljen meg a rendszer funkciói, felhasználói által meghatározott – elsősorban tartalmi, valamint strukturális – követelményeknek. Mivel a külső adatcsere-formátumot egy sokkal szélesebb alkalmazói kör adatcsereigényei alapján alakítják ki és szabványosítják, ritka esetektől eltekintve nem fog megfelelni az adott rendszer követelményeinek.



1. ábra: Interoperabilitási komponensek típusai

Forrás: a szerző szerkesztése

¹¹ ISO/IEC 2382:2015.

Emellett a külső adatcsere-formátumoknak az idők során új változataik jelennek meg, eltérő tartalommal, így a korábban még megegyező belső adatformátum már nem fog azokkal megegyezni.

Végül az is gyakran előfordul, hogy egy informatikai rendszerhez később kell kialakítani egy új interoperabilitási képességet, amelynek belső adatcsere-formátuma eltér a rendszer már alkalmazott belső adatformátumától.

Interoperabilitási komponensek fő típusai, újrafelhasználhatósága

Az interoperabilitási komponens típusai hierarchikus struktúrába, ezen belül az előző pontban foglaltak alapján a komponensek két fő csoportba sorolhatók. Az első csoportot az interoperabilis adatcsere-protokollt megvalósító, a másodikat az adatformátumok közötti átalakításokat végző komponensek alkotják. A következőkben ezek alapjait körvonalazom, majd meghatározom, hogy közülük melyek lehetnek újrafelhasználhatók és melyek nem.

Az adatcsere-protokollt megvalósító komponensek felhasználók számára biztosítják az adott protokollra épülő kapcsolat konfigurálását, a protokollnak megfelelő adatcsere-funkciók végrehajtását és szükség esetén a kapcsolat hiba utáni helyreállítását. Az adatcsere-protokollokban az érintett felek eltérő szerepet töltenek be (lehetnek adatszolgáltatók vagy adatfelhasználók), ennek megfelelően a protokollt megvalósító komponenseknek is két egymástól eltérő altípusuk van.

Egy adott protokollhoz több okból is tartozhatnak különböző komponensaltípusok. Eltérő protokollverziók funkcióit önálló protokollverzió-komponensek valósítják meg. Összetett protokollok esetében lehetséges az egységes komponens-alapképességeket és egyes kiegészítő képességeket megvalósító komponensekre tagolása is. Ezzel biztosítható, hogy a felhasználók csak olyan komponens[ek]t használjanak, amely[ek] funkcióira ténylegesen szükségük van.

Ahogy korábban is megállapítottuk, a felhasználók számára hasznos protokollok szinte mindig alacsonyabb szintű protokollokra épülnek, ennek megfelelően a protokollt megvalósító komponensek más komponensek szolgáltatásaira épülnek.

Az adatformátumok közötti átalakítást megvalósító komponensek szükségessége az eltérő adatformátumok létéből következik. Ezek közé felső szinten az adott rendszer által alkalmazott belső adatformátum és a protokoll adatcsere-formátumának belső modellje, valamint a belső modell és a külső adatcsere-formátum közötti átalakítást (szerializációt, deszerializációt) megvalósító komponensek tartoznak.

Az adatcsere irányától függően mindkét formátumátalakító komponensből szükség van egy adatküldés és egy adatfogadás során felhasznált önálló komponensre. Az egyes protokollok különböző verzióihoz tartozhatnak, többnyire tartoznak is eltérő külső adatcsere-formátumok, ezekhez eltérő belső modellek tartoznak és így új, eltérő rendszer belső adatformátuma – belső adatcsere-formátum közötti átalakítást végző komponensekre is szükség van.

A különböző adatformátumokban és adatcsere-formátumokban lehetnek azonos tartalmú, de eltérő formátumú adatösszetevők (elsősorban adatelemek). Ilyenek lehetnek többek között mennyiségi jellemzőket (hossz, idő, sebesség stb.), földrajzi

helyet azonosító koordinátákat, szabványos szimbólumkódokat vagy biztonsági megjelöléseket tartalmazó adatösszetevők. Ezek esetében létrehozhatók és széles körben felhasználhatók *adatelem-formátumok közötti átalakítást megvalósító komponensek*.

A feltárt komponensek közül egyeseket nem érintenek a különböző informatikai rendszerek sajátosságai, másokat viszont igen. Az előbbieket így újrafelhasználhatók, az utóbbiak viszont nem.

A felsoroltak közül az *újrafelhasználható interoperabilitási komponensek közé tartoznak* az adatcsere-protokollt, valamint a belső és külső adatcsere-formátum közötti átalakítást megvalósító komponensek. Ezek ugyanis kizárólag az interoperabilitási profilban foglalt követelményeknek kell megfeleljenek.

Ezzel szemben a rendszer belső adatformátuma és a belső adatcsere-formátum közötti átalakítást megvalósító komponenseket – saját adatformátumuk ismeretében, attól függő módon – az adott rendszerek fejlesztésének részeként egyedi módon kell létrehozni. Ennek során azonban felhasználhatók azonos tartalmú adatösszetevők között átalakítást megvalósító újrafelhasználható komponensek.

Interoperabilitási komponensek és a NATO-dokumentumok

Az interoperabilitási komponensek vizsgálatához több NATO-szabályozó, -dokumentum is tartalmaz felhasználható információkat. Ezek közé tartoznak elsősorban a Szövetségi Művelti Hálózat utasításai, illetve a NATO C3 Taxonómia és a NATO Interoperabilitási Szabványok és Profilok. A következőkben röviden összefogom ezek témám szempontjából fontos információit.

A *Szövetségi Művelti Hálózat* (Federated Mission Networking, FMN) egy központi szabályozott NATO-keretrendszer szövetségi műveleteket támogató informatikai hálózatok tervezéséhez, előkészítéséhez, létrehozásához, használatához és megszüntetéséhez.

Az FMN jövőkép egyik alapelve a költséghatékonyság és maximális újrafelhasználás: amennyire csak lehetséges, létező, egyeztetett szabványok, képességek, közös beszerzések, szolgáltatás-szint-megállapodások és szervezeti struktúrák használata. Ez egyértelműen indokolja az újrafelhasználható komponensek alkalmazását.

A jövőkép másik alapelve a fokozatos megvalósítás: az interoperabilitási képességek művelti követelményekhez és technikai lehetőségekhez igazodó megvalósítása, egymásra épülő „spirálokban”. Az egymásra épülő spirálok képességek követelményeit eljárási és szolgáltatási utasítások tartalmazzák. A két év alatt kidolgozott specifikációkat négy évvel később egy éven keresztül újonnan megjelenő (*emerging*), majd két évig javasolt (*preferred*) megoldásként alkalmazzák műveletekben. A 2016-ban elkészült Spirál 1 specifikáció hat művelti és 11 szolgáltatási utasítást tartalmazott. A 2023-ban kiadott Spirál 5 már 18 művelti és 26 szolgáltatási utasítást foglal magában.

A technikai jellegű interoperabilitási követelményeket tartalmazó FMN szolgáltatási utasítások alapvető szerepet játszanak a katonai, ezen belül a NATO-alkalmazás újrafelhasználható interoperabilitási komponensei körének, lehetőségeinek meghatározásában.

A NATO C3 Taxonómia¹² a NATO C3 képességek fejlesztési folyamatait támogató termék, amely közös referenciát képez a képességarchitektúrák tervezéséhez. A taxonómia, a nevéből következően, fogalmak és meghatározásaik hierarchikus osztályozása, amely az 5.0 verzióig egyetlen átfogó taxonómia volt.

Az aktuális 6.0 verzió már hat önálló taxonómiát tartalmaz, amelyek köre a tervek szerint a későbbiekben kilencre fog bővülni. Az önálló taxonómiák közé a képességek, a szervezeti folyamatok, a szervezeti szerepkörök, az információs termékek, a felhasználói alkalmazások, az alkalmazási területi¹³ szolgáltatások, az alapszolgáltatások, a kommunikációs szolgáltatások és az eszközök, berendezések taxonómiái fognak tartozni.

Az alkalmazási területi szolgáltatások és alapszolgáltatások a fogalmi osztályozás mellett egy megvalósítási hierarchiát is jelentenek. A több alkalmazási területet támogató, közös funkcionalitást megvalósító szolgáltatásokat az alkalmazási terület-specifikus szolgáltatások használják fel működésük során.

Témám szempontjából kiemelt szerepe az *alapszolgáltatások taxonómiájának*¹⁴ van, amely három főcsoportot – általános célú támogató szolgáltatásokat, platform-szolgáltatásokat és infrastruktúra-szolgáltatásokat – tartalmaz.¹⁵

Az általános célú támogató alapszolgáltatások (biztonsági, felügyeleti, információcseré és együttműködési, szervezeti erőforrás-kezelési, térinformatikai, információmenedzsment és adatelemzési) alkalmazási területtől független szolgáltatásokat nyújtanak közvetlenül a felhasználók számára, de felhasználhatók alkalmazási terület-specifikus szolgáltatásokban.

A platform-alapszolgáltatások hálózaton keresztül együttműködő szolgáltatások számára nyújtanak szolgáltatásokat (biztonsági, felügyeleti, üzenetorientált köztes réteg, webszolgáltatásokhoz kapcsolódó, adathozzáférési, kompozíciós, mediációs szolgáltatások). Ezek a felhőalapú informatika második szintjébe (Platform as a Service, PaaS) tartoznak.

Végül az infrastruktúra-alapszolgáltatások a szolgáltatások legalsó rétegét képezik, amelyek minden magasabb szintű szolgáltatás számára (biztonsági, felügyeleti, feldolgozási, tárolási, hálózati) nyújtanak szolgáltatásokat. Ezek a felhőalapú informatika alsó szintjének (*infrastructure as a service*, IaaS) részét képezik.

Az alapszolgáltatásokon belül a platformszolgáltatások között szerepelnek a *mediációs szolgáltatások* (*mediation services*), amelyek egymással nem kompatibilis információszoftverek és információfelhasználók közötti köztesréteg-szolgáltatások. A mediációs szolgáltatások „feldolgozzák az információszoftver által nyújtott adatokat és átalakítják olyan formátumra, ami érthető az információfelhasználó számára. Ezzel áthidalják a két fél közötti szakadékokat, lehetővé teszik köztük az információcserét, ami korábban nem volt lehetséges.”¹⁶

A mediációs szolgáltatások első csoportját a taxonómiában a protokollátalakító szolgáltatások (*protocol transformation services*) alkotják, amelyek módosítják a két

¹² C3 Taxonomy Baseline 6 2022.

¹³ Community of Interest (COI) Services.

¹⁴ C3 Taxonomy Baseline 6. Taxonomy of C3 Core Services 2022.

¹⁵ Ezek jelentős hasonlóságot mutatnak a felhőalapú informatika három szolgáltatástípusával: szoftver mint szolgáltatás (SaaS), platform mint szolgáltatás (PaaS) és infrastruktúra mint szolgáltatás (IaaS).

¹⁶ C3 Taxonomy Baseline 6. Taxonomy of C3 Core Services 2022: 24.

fél közötti adatcsere módját. Lehetővé teszik, hogy az információszoftáratók és -felhasználók eltérő protokollokat használjanak. A protokollátalakító szolgáltatások átjáró típusú funkciókat biztosítanak, eltérő protokollokat használó hálózatokat kapcsolnak össze. Így nem egyeznek meg a korábbiakban meghatározott protokollmegvalósító komponensek által nyújtott szolgáltatásokkal.

A mediációs szolgáltatások második csoportjába az adatformátum-átalakító szolgáltatások (*data format transformation services*) tartoznak, amelyek nevüknek megfelelően azonos információtartalom különböző adatreprezentációi közötti jelentésmegőrző átalakításokat valósítanak meg. Ezek a szolgáltatások megegyeznek a korábban meghatározott adatformátumok közötti, illetve adatösszetevő formátumok közötti átalakítást megvalósító komponensek által nyújtott szolgáltatásokkal.

A C3 Taxonómiában szereplő valamennyi szolgáltatáshoz készülhet újrafelhasználható komponens, mivel ez utóbbi nem más, mint egy egyeztetett funkcionalitás pontosan specifikált interfészen keresztül elérhető, ismeretlen belső tartalmú megvalósítása.

A NATO Interoperabilitási Szabványok és Profilok (NISP) az interoperabilitási követelmények elérését biztosító szabványok és interoperabilitási profilok központilag kezelt katalógusa. A katalógus tartalmaz NATO- és nem NATO-szabványokat és profilokat (utóbbiakat létrehozó szervezeteik felügyelik). Ezek lehetnek kötelező vagy jelölt típusúak, ez utóbbiak projekttervezési és -tesztelési célokat szolgálnak, idővel átkerülhetnek a kötelezők közé. A dokumentumot 2023-ig hagyományos dokumentum formájában adták ki.¹⁷ 2024-től a katalógus már elektronikus formában, egy speciális Tidepedia¹⁸ wikin érhető el.

Az új változat alapelemei a szabványok, amelyekhez profilok kapcsolódnak. A profilok profilcsoportokba tartoznak, és a NATO C3 Taxonómia szolgáltatási területeihez (a taxonómiaalkalmazási területi szolgáltatások, az alapszolgáltatások, a kommunikációs szolgáltatások alacsonyabb szintű összetevőihöz) kapcsolódnak. Ezzel teljessé vált a C3 Taxonómia és az NISP közötti összhang. A katalógus a taxonómiánál részletesebb információkat tartalmaz az újrafelhasználható interoperabilitási komponensek körének meghatározásához.

Újrafelhasználható interoperabilitási komponensek típusai

Az előző pontban meghatároztam az újrafelhasználható interoperabilitási komponensek fő csoportjait: adatcsere-protokollt megvalósító és adatformátumok közötti átalakítást megvalósító komponensek. Jelen pontban sorra veszem ezeket a csoportokat, és feltárom, hogy mely funkciókat, szolgáltatásokat megvalósító komponensek lehetnének szélesebb körben is használatosak. Ezt követően egy harmadik, önálló csoportként vizsgálom meg az egyes, a katonai informatikai rendszerekben széles körben használatos adatelem-átalakítási funkciókat megvalósító komponensek lehetőségeit.

¹⁷ ADatP-34 2023.

¹⁸ A NATO Allied Command Atlantic által támogatott kezdeményezés (Technology for Information, Decision and Execution Superiority, TIDE) korlátozott hozzáférésű online platformja.

Protokollmegvalósító komponensek

Egy adott interoperabilitási profilnak megfelelő protokollt megvalósító komponensek a partner informatikai rendszerekkel együttműködő valamennyi informatikai rendszer alapvető összetevőit képezik. Ezek napjainkban a gyakorlatban legalacsonyabb szinten¹⁹ mindig szabványosított protokollokra (IP, TCP, UDP) épülnek, amelyekhez rendelkezésre állnak szabadon hozzáférhető megoldások, felhasználható összetevők. Erre a rétegre – több szinten – számos olyan alkalmazásiréteg-szintű protokoll épül (HTTP, REST, SOAP), amelyek szintén széles körben használatosak, és amelyekhez szintén elérhetők hozzáférhető összetevők.

A következőkben a rendelkezésre álló, (újra)felhasználható komponenseket természetesen nem vizsgálom, ezeket adottnak tekintem. Ezeket egyébként az interoperabilitási profilok is felhasználják, építve rájuk (mint profilokra), legfeljebb pontosítva, korlátozva egyes jellemzőiket, funkcióikat. Ezért vizsgálataimat az FMN követelményekben szereplő olyan protokollokra szűkítem, amelyek az előbbieken említett protokollokra építve egyedi, speciális katonai megoldást valósítanak meg, és az őket megvalósító komponensek újrafelhasználható formában nem állnak rendelkezésre.

Elsőként nézzük meg, mely protokollok szerepelnek az *FMN szolgáltatási utasításokban*. A végleges Spiral 3, Spiral 4 és Spiral 5 specifikációk 20, 22 és 23 szolgáltatási utasítást tartalmaznak. Ezek többsége civil szabványokra épül, speciális katonai alkalmazású protokoll esetükben nem szerepel. A szolgáltatási utasítások NATO-szabványosítási dokumentumokra hivatkoznak, egy dokumentum több protokoll specifikációját is tartalmazhatja. Így a következő listában összesen 17 protokoll található.

1. táblázat: Speciális katonai protokollok az FMN Spiral 3, 4 és 5 szolgáltatási utasításokban

Szolgáltatási terület	Szabályozó dokumentum	Év	Spiral			Protokoll	Felhasznált protokoll
			3	4	5		
Szárazföldi vezetési információcser	MIP 3.1 MTIDP	2012	x	–	–	DEM, MEM	TCP, SMTP
	MIP4 IES 4.3	2020	–	x	–	MIP4 IES Request/Response, Polling	WSMP
	MIP4 IES 4.4	2023	–	–	x	MIP4 IES Request/Response, Polling	REST
Szárazföldi harcászati vezetési információcser	AEP-76(A)(2) Volume IV	2017	–	x	–	JDSSIN IEM	UDP
	AEP-76(A)(3) Volume IV	2023	–	–	x	JDSSIN IEM	UDP

¹⁹ A nyílt rendszerek összekapcsolása (OSI) modell hálózati és szállítási rétegei.

Szolgáltatási terület	Szabályozó dokumentum	Év	Spiral			Protokoll	Felhasznált protokoll
Haditengerészeti vezetési információcsere	OTH-GOLD 2000 (US)	2000	–	x	x	OTH-GOLD	TCP
	OTH-GOLD 2007 (US)	2007	–	x	x	OTH-GOLD	TCP
Összhaderőnemi felderítő információcsere	AEDP-17(A)(1)	2018	x	–	–	CSD Querying, Publishing	SOAP
	AEDP-18(A)(1)	2018	–	x	x	CSD Streaming	SOAP
Tűztámogató információcsere	ASCA-012	2021	–	–	x	ASCA	IP
Sajáterő-nyomkövetés	ADatP-36(A)(1)	2017	x	–	–	IP1, IP2, SIP3	TCP, UDP, SOAP,
	ADatP-36(A)(2)	2021	–	x	x	IP1, IP2, SIP3, FFT WSMP Request/Response, Polling	TCP, UDP, SOAP, WSMP
	ADatP-36(B)(1) draft	2021	–	–	x	IP1, IP2, FFT WSMP Request/Response, Polling	TCP, UDP, WSMP
„Térképvázlat-elosztás (képelosztás)”	NVG 1.5 (TIDE)	2012	x	–	–	NVG Request/Response	SOAP
	NVG 2.0.2 (TIDE)	2022	–	x	–	NVG Request/Response, Streaming	SOAP
	ADatP-4733 draft	2023	–	–	–	NVG Request/Response, Streaming	REST

Megjegyzés: A hivatkozott szolgáltatási utasítások: FMN Service Instructions for Land C2 Information Exchange; FMN Service Instructions for Land Tactical C2 Information Exchange; FMN Service Instructions for Maritime C2 Information Exchange; FMN Service Instructions for Joint ISR Information Exchange; FMN Service Instructions for Fires Information Exchange; FMN Service Instructions for Friendly Force Tracking; FMN Service Instructions for Overlay Distribution (Picture Distribution)

Forrás: a szerző szerkesztése

A felsoroltak közül a *Magyar Honvédség számára* is kiemelt jelentőségűek a szárazföldi vezetési információk cseréjét, a sajáterő-nyomkövetést, a térképvázlatok (különböző helyzetképek és tervösszetevők) cseréjét, valamint a digitális katonai képességhez kapcsolódó szárazföldi harcászati információcserét megvalósító protokollok. Ezek a fejlesztés alatt álló HUNTACCIS tábori vezetési és irányítási (C2) rendszernek is részét képezik. Ezeken kívül már jelenleg is szükség lenne az összhaderőnemi felderítő és a közeljövőben a tűztámogató információcsere képességet támogató protokollokra.

Az FMN szolgáltatási utasításokban meghatározott *protokollokat megvalósító komponensek újrafelhasználhatósága* lényegükből következik. Egy interoperabilitási

profil lényege ugyanis pontosan az, hogy minden együttműködő számára egyértelműen, azonos módon meghatározza a megvalósítandó protokoll (üzenetcsere) folyamatát, rendjét és az üzenetek tartalmát, formátumát (amelynek egy része, az átvivendő adat [payload] lehet tetszőleges vagy csak minimálisan korlátozott). Így a protokollt megvalósító komponens által biztosított interfész (paraméterek és funkciók), mindenki számára azonos. Mivel a speciális protokollok önálló fejlesztési kapacitási igénye protokollonként 12–24 vagy ennél is több emberhónap, ez újrafelhasználható komponensek beépítésével szinte teljes egészében megspórolható lehet.

Mivel a protokollok felhasználóspecifikus jellemzőket, funkciókat nem – legfeljebb választható funkciókat – tartalmaznak, a fejlesztendő katonai informatikai rendszerek egyetlen komponens formájában megvalósított protokoll esetében esetleg annak nem minden funkcióját használják fel, vagy több komponens formájában megvalósított protokoll esetében azok közül csak a számukra szükséges komponenseket használják fel.

Az 1. táblázatban nem szerepelnek a *fájlcseré alapú protokollok*, amelyek több alkalmazási területi információcseré-szabályozó dokumentumban megtalálhatók. Ezek lényege, hogy a partnerek között cserélendő adatokat külső adatcsere-formátumban kimentik fájl formájában, ezt valamilyen módon továbbítják a partnereknek, amelyek azt beolvasva veszik át az adatokat. A fájlok továbbításának módját a szabályozó dokumentumokban általában nem határozzák meg, az együttműködő partnerek számára rendelkezésre álló lehetőségek közül választják ki. Ilyen lehet például elektronikus levél mellékleteként, fájlkiszolgálón történő megosztás segítségével, HTTP URL-lel elérhető módon, vagy például azonnali üzenetküldő alkalmazás²⁰ fájlátviteli funkciójával. A fájlcseré lehetőségek mindegyikéhez készíthető újrafelhasználható komponens, amely a felhasznált alacsonyabb szintű protokollra (SMTP, FTP, HTTP, XMPP) építve nyújtja szolgáltatásait.

Adatformátum-átalakító komponensek

Egy interoperabilitási profilban specifikált külső – napjainkban elsősorban XML vagy JSON, de elvileg bármely más karakter- vagy bitorientált – adatcsere-formátum és annak belső, az alkalmazott programnyelven megvalósított modellje (adatstruktúra) közötti átalakítás (a szerializáció és deszerializáció) a partnerrendszerekkel együttműködő valamennyi informatikai rendszer megkerülhetetlen összetevője. Rendeltetésük a partnereknek megküldendő adatok szabványos, előírt karakter- vagy bitsorozat-formátumának előállítása, illetve a partnerektől beérkező adatok szabványnak, előírásoknak való megfelelésének ellenőrzése és feldolgozásra alkalmas formára alakítása.

Jelen pontban először elemzem a belső adatcsere-formátum használatának előnyeit, majd megvizsgálom a külső adatcsere-formátum verzióinak létéből következő adatformátum-átalakítási igényeket. Végül meghatározom a belsőadatcsereformátum-verziók közötti átalakítások alapjait, jellemzőiket.

²⁰ Például Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP), kiterjesztett azonnali üzenetküldő („csevegő”) és jelenlétjelző protokoll.

Elvileg a *külső adatcsere-formátum és a belső adatformátum közötti átalakítás közvetlenül* is megvalósítható. A saját informatikai rendszer összetevőinek nem kell tudniuk arról, nem is „érzékeli”, hogy az általuk használt, a rendszer funkciói által meghatározott belső adatformátum és a külső adatcsere-formátum közötti átalakítás egy vagy két lépésben (egy belső adatcsere-formátum közbeiktatásával) történik.

A kétlépcsős megvalósítás indokát a programozás SOLID²¹ tervezési alapelveinek egyike, az egyetlen felelősség elve adja. Az alapelv szerint egy összetevő egyetlen funkció megvalósításáért legyen felelős. A közvetlen átalakítás esetében viszont mind a belső adatformátum, mind a külső adatcsere-formátum változása az átalakítás módosítását igényli. Az átalakítás két részre bontásával a belső adatformátum átalakítása csak a belső adatformátum – belső adatcsere-formátum átalakítását érinti, a belső adatcsere-formátum – külső adatcsere-formátum közötti átalakítás érintetlen marad. Ez utóbbi így független lesz a rendszer által használt belső adatformátumtól, kizárólag a külső adatcsere-formátumtól fog függeni, éppen ez teremti meg a komponens újrafelhasználható jellegét.

Az egyes interoperabilitási protokollok alapvető jellemzője, hogy a felhasználói igényekhez alkalmazkodva *újabb verziók, új verziójú interoperabilitási profilok* jelennek meg.²² Ezekben a protokoll működése mellett az alkalmazott külső adatcsere-formátumok is sokszor változnak.²³ A külső adatcsere-formátum változása (amennyiben a saját rendszer az új interoperabilitási profilnak is meg akar felelni) értelemszerűen szükségessé teszi a belső adatcsere-formátum új verzióinak létrehozását, valamint egy új adatformátum-átalakító komponens létrehozását.

A külső adatcsere-formátum új verziójának megjelenése a saját rendszer igényeitől függően hatással lehet a belső adatcsere-formátumra, szükségessé teheti annak módosítását (kibővítését új adatokkal, egyes adatok értékkészletének módosítását). Természetesen előfordulhat, hogy a saját rendszer – mivel az az interoperabilitási profil szerint nem kötelező – az új adatokat, azok új értékeit nem, vagy egyelőre még nem használja, és így ilyen adatokat partnereinek sem küld. Ebben az esetben a belső adatcsere-formátum módosítása szükségtelen, a rendszer az új interoperabilitási profil követelményeit így is kielégíti.

Amennyiben a rendszer belső adatformátumát módosítják, a visszafelé kompatibilitás érdekében (amíg ennek fenntartása saját cél, vagy külső követelmény) módosítani kell a meglévő belső adatformátum – korábbi verziójú belsőadatcsere-formátum-átalakító komponenseket is.

Egy rendszernek lehet átjáró típusú rendeltetése is, vagyis képessége arra, hogy egy adott protokoll segítségével adott külső adatcsere-formátumban beérkező adatot egy másik protokoll segítségével másik külső adatcsere-formátumban továbbítsa anélkül, hogy azt maga felhasználná, saját felhasználói számára rendelkezésre bocsátaná. Az átjáró képesség kapcsolódhat egy adott protokollhoz, amikor a funkció lényege az adott protokollhoz tartozó különböző verziójú külső adatcsere-formátumok

²¹ Single responsibility, Open/closed, Liskov substitution, Interface segregation, Dependency inversion = egyetlen felelősség, nyílt/zárt, Liskov-féle helyettesítési, interfész-elválasztási és függőségmegfordítási alapelvek.

²² FFT: ADatP-36(A)(1), ADatP-36(A)(2), ADatP-36(B)(1); MIP4: MIP4IES 4.0, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4; NVG: 1.5, 2.0.2, ADatP-4733(A)(1); KML 2.0, 2.1, 2.2, 2.3; stb.

²³ FFT: NFFI, FFI-MTF-D; MIP4: MIM 1.0, 2.0, 3.x, 5.0, 5.1, 5.2, 5.3; NVG: 1.5, 2.0.2, ADatP-4733(A)(1) stb.

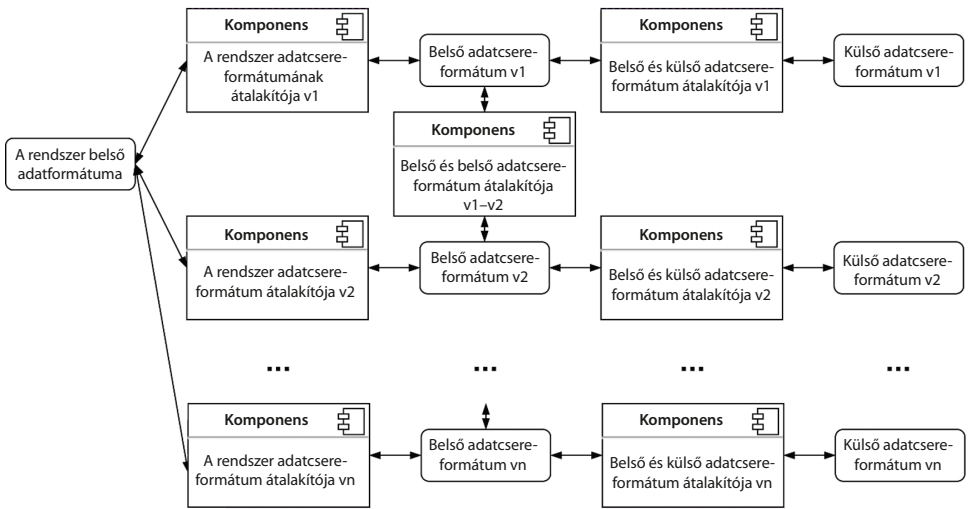
közötti átalakítás. Ehhez szükség van az eltérő verziók közötti átalakításokat végző komponensekre.

Amennyiben egy rendszer egy interoperabilitási protokoll több verzióját is támogatja, mindenképpen meg kell valósítania az adott profilokban meghatározott külső, illetve belső adatsereformátum-verziók és a saját belső adatformátuma közötti átalakítást. Ennek segítségével elvileg a belső adatformátumon keresztül rendelkezésre állnak a belső adatsere-formátumok közötti átalakítások is, azonban csak akkor, ha a belső adatformátum a belső adatsere-formátumok valamennyi adatát teljes részletességgel, pontossággal átveszi, tartalmazza. Ez azonban nem feltétlenül van így, előfordulhat, hogy egy adott rendszernek nincs, vagy kevésbé részletesen, alacsonyabb pontossággal van szüksége egyes adatokra. Ebben az esetben szükség van önálló átalakító komponensre is.

A *belső adatsere-formátum – belső adatsereformátum-átalakító komponensek* specifikációja van, amikor szerepel az új protokollverzió specifikációjában²⁴ vagy egy verziók közötti átalakítást specifikáló hivatalos dokumentumban, de legtöbbször nem. Ennek hiányában a verziók közötti átalakítást az egyes rendszerek eltérő módon valósítják meg, az interoperabilitás teljes mértékben nem valósul meg.

Összességében tehát az újrafelhasználható adatformátum-átalakító komponenseknek a 2. ábrán látható módon két típusa lehetséges:

- belső adatsere-formátum – külső adatsere-formátum közötti átalakító;
- belső adatsere-formátum – belső adatsere-formátum közötti átalakító.



2. ábra: Adatformátum-átalakító komponensek

Forrás: a szerző szerkesztése

²⁴ Például ADatP-36(A)(2) Table 14 NFFI to FFI Mapping és Table 15 FFI MTF to NFFI Mapping.

Adatelemeket átalakító komponensek

Az eddig említett interoperabilitási – protokollmegvalósító és adatformátum-átalakító – komponensek mellett van még egy, önálló komponensek formájában megvalósítható funkció, amely az interoperabilitási képességek megteremtésében jelentős szerepet játszik: ez az adatelemek különböző formátumai közötti átalakítás.

Az interoperabilitási profilokban specifikált és az informatikai rendszerek által használt összetett adatstruktúrák, adatformátumok adatelemekből állnak, amelyek az adatformátumok átalakítása részeként maguk is átalakításra szorulhatnak. A helyzetképeket leíró térképvázlatok interoperabilitási szempontból kiemelt jelentőségű esetében ezek közé tartoznak többek között a szabványos szimbólumkódok, a földrajzi pozíciók leírásai vagy a különböző mérhető jellemzők (távolságok, mélységek, hosszúságok, időpontok, sebességek, irányok stb.).

A következőkben meghatározom az adatelem-átalakító komponensek értelmét, legfontosabb jellemzőit, igazolom újrafelhasználható formájú megvalósításuk lehetőségét és röviden áttekintem néhány főbb típusukat. Az adatelem-átalakító komponensek széles körű, részletes vizsgálata annak terjedelme miatt önálló kutatást igényel.

Egy *adatelem-átalakító komponens* rendeltetése, hogy egy adott tartalmú jellemzőt egy vagy több adott formátumról egy vagy több másikra alakítson át. Az adatelemek lehetnek összetevői belső adatformátumnak (adatcsere-formátumnak) vagy külső adatcsere-formátumnak. Az első csoportba tartozók típusa az alkalmazott programnyelv adattípusai (numerikus, logikai, szöveges, ezekből felépülő összetett stb.) közül kerülhet ki, míg az utóbbi csoport adattípusa napjainkban jellemzően karakteres, de elvileg lehet bináris típus is.

Egy adatelem-átalakító komponens képességei alapvetően azt írják le, hogy az adott jellemző (például szimbólumkód, földrajzi hely, hossz stb.) milyen formátumai között képes átalakítást megvalósítani. Külső adatcsere-formátumok részét képező adatelemek esetében ezek a formátumok az interoperabilitási profilban, a kapcsolódó specifikációkban pontosan meg vannak határozva. Ez teszi lehetővé a megvalósítást újrafelhasználható komponensek formájában.

Az adatelem-átalakító komponensek megvalósíthatók egymásra, más komponensek szolgáltatásaira építve is. Így több komponens képességei integrálhatók egy komponensbe, ami a felhasználás könnyebbségét növeli. Ilyen esetben két formátum között új átalakítási képesség is kialakítható egy közbenső formátumon keresztül átalakítással. Ez a megoldás azonban nem minden esetben tökéletes, mivel előfordulhat, hogy két adatelem-formátum (például szimbólumszabvány szerinti kód) között pontosabb közvetlen átalakítás lehetséges, mint egy közbenső formátumon keresztül. Ennek ellenére a közvetett megoldás is jobb, hasznos lehet alkalmazója számára, mint a saját fejlesztés.

A *szimbólumkódok* a katonai alkalmazásban széles körben használt térképvázlatokhoz (*overlay*) kapcsolódnak. Ezek olyan grafikus harci okmányok, amelyek rendeltetése

az aktuális helyzet, a különböző helyzetképek,²⁵ valamint a tervezett műveletek, azok különböző fázisai legfontosabb adatainak szabványos szimbólumokra épülő térképi alapú megjelenítése. A térképvázlat a műveleti szempontból jelentős harctéri objektumok helyzetét, főbb jellemzőit tartalmazza. A térképvázlat-elemek (szimbólumok, harctéri objektumok) interoperabilis cseréje katonai szimbólumszabványokban rögzített, szabványos szimbólumkódokkal azonosított szimbólumokkal történik.

A különböző külső adatcsere-formátumok egy szimbólum típusának cseréjére meghatározott – egy vagy több – szimbólumszabvány²⁶ szerinti kódokat használnak, a saját informatikai rendszer pedig belső használatra egy adott szimbólumszabvány szerinti kódot használ. Emiatt mind a belső adatcsere-formátum és a belső adatformátum, mind két belső adatcsere-formátum között szükség lehet és a gyakorlatban mindig szükség is van az azokban szereplő szimbólumkódok átalakítására egyik szabványról a másikra.

A szimbólumkód-átalakító komponensek megvalósítását megnehezíti, hogy a különböző szimbólumszabványok között nincsenek hivatalos leképezések. Ezek hiányában a szimbólumtípusok leképezése megnevezésük, szimbólumuk, esetleg a kapcsolódó rövid kiegészítő leírások alapján lehetséges. A leképezés során a pontos leképezés mellett lehetséges, hogy egy szimbólumkódhoz a másik szabványban csak egy általánosabb tartalmú szimbólumkód rendelhető, vagy nincs megfelelő szimbólumkód.²⁷ Így viszont az egyes rendszerek megvalósításai eltérhetnek, az interoperabilitás sérül. Újrafelhasználható szimbólumkód-átalakító komponens egységes használata esetén viszont az interoperabilitás biztosítható.

A földrajzi pozíciók szintén kiemelt szerepet játszanak a térképvázlatok cseréjében. A katonai alkalmazásban a földrajzi pozíciók megadhatók többek között földrajzi (szélességi és hosszúsági) koordinátákkal, vagy a Katonai Rács Referencia Rendszer²⁸ zónái és az azon belüli pozíció megadásával. A fenti megoldások épülhetnek eltérő vetületi rendszerekre,²⁹ így mind az egyes típusokon belül, mind a két típus között szükség lehet átalakításra. A bonyolult algoritmusokra épülő átalakítás megvalósítása újrafelhasználható formában mindenképpen célszerű.

A földrajzi pozíciók megadásához a koordináták mellett számos (például légierő vagy haditengerészeti) alkalmazás esetében szükség van a pont vertikális helyzetének (magasságának vagy mélységének) megadására is. Az adatcsere során ez számos különböző formában megadható,³⁰ például:

- a WGS84 ellipszoid felszínétől mért (pozitív vagy negatív) távolság;
- a földfelszín feletti magasság;

²⁵ Közös helyzetképek (Common Operational Picture) és azonosított helyzetképek (Recognized Ground Picture, Recognized Air Picture, Recognized Maritime Picture, Recognized Intelligence Picture, Recognized Logistic Picture stb.).

²⁶ APP-6(A), APP-6(B), APP-6(D), MIL-STD-2525B, MIL-STD-2525C, MIL-STD-2525D.

²⁷ Az adott szimbólumtípus a másik szabványra nem képezhető le, a szimbólum nem jeleníthető meg (például vezetési intézkedések [Control Measures], kibertéri szimbólumok stb.).

²⁸ Military Grid Reference System (MGRS).

²⁹ World Geodetic System 1984 (WGS84), Egységes Országos Vetület (EOV), korábban a Varsói Szerződés hadsegeiben a Gauss-Krüger-vetület.

³⁰ Például a katonai szimbólum szabványok X Altitude/Depth kiegészítő adata, vagy a Multilateral Interoperability Programme (MIP) Information Model (MIM) 5.2 adatmodell VerticalDistance adata.

- az átlagos tengerszint feletti magasság/alatti mélység;
- a légnyomás alapján meghatározott repülési magasság szintje.³¹

A fenti magasság-adatformátumok közötti átalakítás további adatok nélkül általában nem végezhető el. Szükség van a pozíció földrajzi koordinátáira, illetve a földfelszín, tengerszint WGS84-hez viszonyított magasságához az adott pozícióban. Ezért erre az átalakításra újrafelhasználható komponens csak korlátozott funkciókkal készíthető.

A helyzetképek a fentiekben már említettek mellett széles körben tartalmaznak a *harctéri objektumok mérhető tulajdonságait* leíró adatelemeket is, amelyek a különböző adatformátumokban különböző módon jelennek meg. Ezek közé tartoznak többek között a hosszúság- (szélesség, hosszúság, sugár, hatótávolság stb.), sebesség-, irány-, valamint időpontadatok. A különböző formátumú adatok közötti átalakítások megvalósítására alkalmazhatók újrafelhasználható komponensek.

A mérhetőtulajdonság-értékek lehetnek numerikus értékek, amelyek egy megadott, rögzített mértékegységben értendők, és lehetnek összetett formátumúak (mérőszám és mértékegység). Az adatcsere során ehhez kapcsolódhat harmadikként az érték pontossága is.

A hosszúságadatok megadása legtöbbször méterben történik, de a katonai alkalmazásban előfordul a lábban, kilométerben, angol mérföldben, tengeri mérföldben mért hosszúság is.

A sebességadatok katonai alkalmazásban használatos mértékegységei a kilométer/óra, méter/másodperc, mérföld/óra, valamint a csomó (tengeri mérföld/óra).

Az irányadatok egy adott alapi irányhoz mért, az óramutató járásával megegyező irányszöget jelentenek. Az alapi irány háromféle is lehet: geodéziai (vetületi, térképi) észak, csillagászati (földrajzi) észak és mágneses észak. Az irányszög általában fokokban mért érték, de a katonai alkalmazásban szerepel a vonás mértékegysége is.

Az időpontadatok dátum részét alapvetően a Gergely-naptárrendszerben adják meg, de ritkán előfordulhatnak más naptárrendszerben megadott dátumok is. A napon belüli időpont megadható zónaidőben (az időzóna és az azon belüli idő), illetve helyi időben (egy adott pont időzónájában érvényes zónaidőben). Az időzónák közötti eltéréseket kiküszöbölve egy időpont megadható az egyezményes koordinált világidő³² hivatkozási időzónája szerint is (UTC idő).

Összegzés

A publikációkban foglaltak legfontosabb eredményének a bevezetésben foglalt hipotézis, az újrafelhasználható interoperabilitási szoftverkomponensek NATO informatikai rendszerek fejlesztése során való alkalmazása lehetőségének, gazdaságosságának és célszerűségének igazolását tartom. A publikációban rendszereztem, meghatároztam azokat az interoperabilitási funkciókat, amelyek megvalósítása újrafelhasználható

³¹ A MIM 5.2 adatmodellben vannak további alapszintek is: legalacsonyabb apályszint, tengerfenék; repülési szint esetében: szabványos repülési szint vagy a repülőtér szintje.

³² Coordinated Universal Time (UTC).

komponensek formájában lehetséges, az általuk nyújtott szolgáltatások függetlenek az egyes katonai – elsősorban vezetési-irányítási – informatikai rendszerek sajátosságaitól, felhasználásuk csökkentené a fejlesztések időtartamát és költségét, megkönnyítené a követelményként kitűzött interoperabilitási képességek megvalósítását.

A publikáció az interoperabilitási képességet informatikai rendszerek közötti, szabványos szolgáltatás interfész profiloknak megfelelő adatcsere-képességként értelmezi. Ezek a NATO Szövetségi Művelet Hálózat (FMN) keretrendszerében kétévenként frissített, bővített specifikációkban jól szabályozottak. Az FMN szolgáltatási utasítások rögzítik az együttműködő rendszerek közötti adatcserére használandó/használható protokollokat és a cserélt adatok formátumait (külső adatcsere-formátumokat).

A publikáció azonosítja az interoperábilis adatcsere során használt adatformátumokat (belső adatcsere-formátumok, valamint a rendszer által használt belső adatformátumok), meghatározza ezek legfontosabb tulajdonságait. Erre építve meghatározza, hogy a különböző adatformátumok között milyen átalakítástípusokra és ezeket megvalósító szoftverkomponensekre van szükség, és ezek közül melyek valósíthatók meg széles körben alkalmazható, újrafelhasználható formában.

A publikáció meghatározza az újrafelhasználható formában elkészíthető és alkalmazható komponensek körét, amelyek közé legmagasabb szinten a protokollokat, valamint a belső és külső adatcsere-formátumok közötti átalakítást megvalósító komponensek tartoznak. A protokollmegvalósító komponensek szabványos hálózati, szállítási és alkalmazási réteg szintű protokollokra épülnek, amelyekhez széles körben rendelkezésre állnak szoftvermegoldások, összetevők. Az FMN dokumentumokban 17 olyan protokoll szerepel, amelyek megvalósítása újrafelhasználható módon lehetséges. Ezek mellett lehetségesek további, a fájlcsere alapú protokollokhoz kapcsolódó újrafelhasználható komponensek is.

A publikáció az interoperabilitási profilok, külső adatcsere-formátumok új verzióinak létéből vezeti le a belső adatcsere-formátum használatának célszerűségét. Ennek megfelelően csoportosíthatók az adatcsere-formátumok közötti átalakítások belső és külső, illetve belső és belső adatcsere-formátumok közötti átalakításokra, amelyek mind megvalósíthatók újrafelhasználható formában.

Végül a publikáció meghatározza egy további funkciót, az összetett adatformátumokat alkotó egyes adatelemek közötti átalakítások szükségességét, és igazolja újrafelhasználható módú megvalósításuk lehetőségét. Ezek közül három adatcsoport (szabványos szimbólumkódok, földrajzi pozíciók, mérhető jellemzők) esetében röviden meghatározza az átalakító komponensek értelmezését, főbb jellemzőiket.

Jelen publikáció nem tűzte ki céljául annak vizsgálatát, hogy ha az újrafelhasználható interoperabilitási komponensek alkalmazása valóban lehetséges és gazdaságos, célszerű lenne, a NATO informatikai rendszerek fejlesztésében vajon miért nem találkozunk ilyen komponensekkel, miért nincsenek alkalmazásuknak kialakult keretei, rendje. Ebből következően további kutatási feladatok körvonalazhatók. Az újrafelhasználható interoperabilitási komponensek lehetőségének igazolása után fel kellene tárnunk annak okait, hogy a NATO-ban a katonai informatikai rendszerek fejlesztéseinek támogatására ilyen komponensek még nem állnak rendelkezésre. Önálló kutatási feladat lehet annak meghatározása, hogy funkcionális és szoftvertechnológiai szempontból milyen általános követelményeknek kellene az ilyen komponenseknek megfelelniük.

Végül vizsgálat tárgyát képezheti az is, hogy az újrafelhasználható interoperabilitási komponensek rendelkezésre bocsátása, minőségbiztosítása, validációja milyen rendben történhetne.

Felhasznált irodalom

- ADatP-34 NATO Interoperability Standards and Profiles. Volume 1 Introduction. Edition N Version 2* (2023). Brussels: NATO Standardization Office.
- ADatP-36 Friendly Force Tracking Systems (FFTS) Interoperability. Edition A Version 2* (2021). Brussels: NATO Standardization Office.
- C3 Taxonomy Baseline 6* (2022). Norfolk: NATO Allied Command Transformation.
- C3 Taxonomy Baseline 6. Taxonomy of C3 Core Services* (2022). Norfolk: NATO Allied Command Transformation.
- Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary* (2024). Internal Electrotechnical Commission. Online: www.electropedia.org
- Federated Mission Networking Spiral 5 Specification* (2023). FMN Management Group.
- HASSELBRING, Wilhelm (2002): Component-Based Software Engineering. In CHANG, S. K. (szerk.): *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering*. Singapore: World Scientific Publishing, 289–305. Online: https://doi.org/10.1142/9789812389701_0013
- ISO/IEC 2382:2015 Information technology – Vocabulary*. Geneva: International Organization for Standardization – International Electrotechnical Commission.
- ISO/IEC TR 10000-1:1998 Information Technology – Framework and Taxonomy of International Standardized Profiles. Part 1: General principles and documentation framework*. Geneva: International Organization for Standardization–International Electrotechnical Commission.
- MIP Information Model (MIM) Version 5.2* (2023) – Model Overview. Greiding: Multilateral Interoperability Programme.
- MUNK, Sándor (2015): Reusable Interoperability Components in Military IT. *Revista Academiei Forțelor Terestre*, (20)3, 373–380.
- NATO Architecture Framework 4.0* (2018). Architecture Capability Team, NATO Consultation, Command and Control Board.
- NOBACK, Matthias (2015): *Principles of Package Design: Preparing your code for reuse*. Lean Publishing.
- OMG Unified Modeling Language, Version 2.5.1* (2017). Object Management Group.
- PAI, Praseed – SHINE, Xavier (2017): *.NET Design Patterns*. Birmingham: Packt Publishing.
- SZYPERSKI, Clemens – GRUNTZ, Dominik – MURER, Stephan (2002): *Component Software: Beyond Object-Oriented Programming. 2nd Edition*. London: Addison-Wesley.