

## A FELDERÍTÉS ÉS A NYOMOZÁS TÁMOGATÁSA BAYESI MÓDSZEREKKEL

A bayesi tényfeltáró, tényértékelő és prediktív gondolkodásmód évtizedes hagyománya ellenére a kriminalisztikában leginkább a DNS minták kiértékelésénél nyert érdemben teret. A széles módszertani és felhasználási területről a nyomozási és felderítési hasznosítás lehetőségeivel foglalkozik. Különösen ígéretes a valószínűségi hálók bűnügyi és rendészeti alkalmazása, amely több inhomogén forrású és valószínűségű tény együttes elemzésén keresztül alapozza meg azok hihetőségét és relevanciáját, továbbá helyezhet fókuszba gyanúsítható személyeket, avagy jelzi a leghatékonyabbnak ítélt intézkedési módozatokat.

### Általános áttekintés

A légtérfelderítésben és az úrkutatásban bevált szubjektív valószínűségen alapuló Bayes módszerek egyre határozottabban teret nyernek a bűnügyi tudományokban.<sup>1</sup> Fontos, hogy a jogalkalmazók megismerjék a használhatóság alapjait, s így bizalommal viszonyuljanak a módszer kutatóihoz és gyakorlóihoz,<sup>2</sup> s támogassák a felhasználási terület további növelését. Az általános krimináltaktikai szempontok mellett további kihívások is növekvő nyomásként nehezedenek a kriminalisták vállaira, úgymint a szűkülő emberi erőforrások, a zsugorodó pénzügyi keretek, az újabb elkövetési módszerek, stb. Összességében a leghatékonyabb stratégiai út megtalálásának igénye egyre hangsúlyosabbá válik, s várhatóan felértékelődik e cél elérését támogató elméleti kutatások operatív alkalmazása. A bayesi módszerek alkalmazása<sup>3</sup> egy élénk színcsoport lehet az új eszközök palettáján. A bayesi módszertanban hazánkhoz köthető nemzetközi tudományos eredményekkel is büszkélkedhetünk. Dienes<sup>4</sup> a sussexi egyetemen a kísérleti pszichológiában alkalmazza a bayesi gondolkodásmódot. A fiatalon emigrált, és az USA-ban elismertté vált Kálmán<sup>5</sup> módszerét széles körben használják légtér-ellenőrzési és hadászati célokra, így az Apollo program nyomvonal becslésétől kezdve a légiforgalmi irányításon, a robotok útvonal tervezésén<sup>6</sup> és nyomvonal optimalizálásán, a ballisztikus rakétahordozó nukleáris tengeralattjárók, a torpedók<sup>7</sup> navigációs rendszerén át a Tomahawk

<sup>1</sup> Tremmel, Flórián – Fenyvesi Csaba – Herke Csongor: Kriminalisztika. Tankönyv és atlasz. Budapest-Pécs Dialóg Campus Kiadó 2005. 290-294. o.

<sup>2</sup> A bayesi gondolkodás élenjárójának tekinthető Egyesült Királyság deklarálta, hogy a szubjektív valószínűségi minta-összehasonlítást csak a DNS-t tartalmazó anyagmaradványok esetén lehet alkalmazni.

<sup>3</sup> Bayes, T.: An Essay towards Solving a Problem in Doctrine of Chances. Philosophical Transactions, London, 1763. Volume LIII. 370-418. o.

<sup>4</sup> Dienes Zoltán: Mitől tudomány a pszichológia? A tudományos következtetések alapjai. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2013. 130-183. o.

<sup>5</sup> A ma 85 éves tudós munkásságát 2009-ben Barack Obama a National Medal of Science kitüntetéssel ismerte el.

<sup>6</sup> Abbeel, P. - Coates, - Montemerlo, M. – Ng, A. Y. – Thrun, S.: Discriminative Training of Kalman Filters. Forrás <http://www.roboticsproceedings.org/rss01/p38.pdf> (Letöltés ideje: 2015.07.10.)

<sup>7</sup> Valerio, S. M. Probability Of Kill For Vla Asroc Torpedo Launch. MSC szakdolgozat, Naval Postgraduate School, 5-6.o. Forrás (2015.07.12.): [http://edocs.nps.edu/npspubs/scholarly/theses/2009/Mar/09Mar\\_Valerio.pdf](http://edocs.nps.edu/npspubs/scholarly/theses/2009/Mar/09Mar_Valerio.pdf)

rakétákon keresztül a nemzetközi úrállomásig.<sup>8</sup> A Kalman szűrőként híressé vált modellt úgy is tekinthetjük, mint a legegyszerűbb dinamikus Bayes-hálót.<sup>9</sup> Megvizsgálandó, hogy a légtérfelderítés és céltárgy-követés eszközei milyen módon használhatóak a vélelmezett elkövetők mozgásának és tevékenységének leképezésében. A tevékenység elemzéséből becsülhető a bűnismétlés veszélye, s így mód nyílna a cselekmény megakadályozására is. A valószínűségi tényértékelésnél és döntésnél is mindig hangsúlyozni kell a tévedés lehetőségét, viszont a döntéshozatal hatékonyságának és pontosságának növelésére is felhasználható a módszer.<sup>10</sup> A kettős ellenőrzésre nem felesleges erőfeszítésként, hanem a justizmord esélyének csökkentéseként kell tekinteni, nyomatékként ideidézve közvetlen és közvetett memento mori-ként Sally Clark esetét.<sup>11</sup> A valószínűségi tényértékeléssel szembeni ellenérvés legyőzése azért is fontos, mert a DNS és az ujjnyomat minták összehasonlításának területén egyre kisebb kétséget hagyó bizonyító erejű tényként ismerik el, bár itt is történt néhány emlékezetes justizmord.<sup>12</sup> Az alábbiakban a matematikai kifejtés mellőzéseivel a bayesi lehetőségekből vizsgálok meg néhányat.

### A Bayes módszerek rövid kriminalisztikai szempontú áttekintése

A hazai szakirodalomban Katona<sup>13</sup> már 1964-ben publikálta a valószínűségi szakértői véleményekkel kapcsolatos gondolatait. A nagy számosságú információon alapuló valószínűsítés a kriminológia alapvető eszköztárába tartozik. A társadalom általános magatartásából nem vonható le egyedi bűnelkövetőre vonatkozó becslés, s a bűnelkövetők átlagos módszereiből is csak durva közelítést lehet alkalmazni. A vélelmezett elkövetők magatartása, az elkövetési módszerük és eszközeik egyedi valószínűségi becsléssel vethetők össze a bűncselekmény tényeivel. A rendelkezésre álló információ számosságával arányosan növekszik az elkövető személyére vonatkozó vélelem. A Bayes-féle becslés egy meghatározott bizonyíték relevanciájának erősségét adja. Ilyen módszert alkalmaznak a fellelt DNS-t tartalmazó anyagmaradványok és a rendelkezésre álló, vagy a vélelmezett elkövetőtől begyűjtött minták egyezőségének vizsgálatakor. A Bayes-hálók megismeréséhez számos terjedelmes és matematikai ismereteket is igénylő szakirodalom hozzáférhető.<sup>14</sup> Az adott minta mellett és ellene szóló tényekből számított likelihood arány vizsgálata<sup>15</sup> a következtetési pontosság javításával a justizmord esélyét kedvezően csökkenti. A DNS minták nélkül, vagy azok megléte esetén, de a kellő relevancia hiányában az egyszerű Bayes módszer kevés információt szolgáltat. A Bayes-hálók alkalmazásával a

<sup>8</sup> Challa, S. – Morelande, M. R. – Musicki, D. – Evans R. J.: *Fundamentals of Object Tracking*, Cambridge, Cambridge University Press, 2011. 25-42. o.

<sup>9</sup> Murphy, K. P.: *Dynamic Bayesian Networks: Representation, Inference and Learning*, University Of California, Berkeley, 2002. 14-45. o., Forrás: <http://ibug.doc.ic.ac.uk/media/uploads/documents/courses/DBN-PhDthesis-LongTutorial-Murphy.pdf> (Letöltés ideje: 2015.07.02.)

<sup>10</sup> Smith, J. Q.: *Bayesian Decision Analysis. Principles and Practice*. Cambridge, Cambridge University Press, 2010. 22-41.o.

<sup>11</sup> Batt, J.: *Stolen Innocence; A Mother's Fight for Justice; The Story of Sally Clark*. Ebury Press, London. 2004.331-335.o.

<sup>12</sup> Zabell, S.L. *Fingerprint Evidence*. *Journal of Law and Police* (15.03.2005) 143-179. O.

<sup>13</sup> Katona, Géza: Az un. Valószínűségi szakértői vélemények értékeléséről. In.: *Kriminalisztikai tanulmányok*. III. KJK. 1964. 75-93. o.

<sup>14</sup> Jensen, F. V. – Nielsen, T. D.: *Bayesian Networks and Decision Graphs*, New York, Springer Science + Business Media LLC. 2007. 24-102. o.

<sup>15</sup> Fung, Wing Kam – Hu, Yue-Qing: *Statistical DNA Forensic, Theory, Methods and Computation*. Chichester, Wiley, 2008. 16-17. o.

többváltozós, sok valószínűségi elemet magában foglaló eseményrendszer feldolgozása is lehetővé válik. Az információ feldolgozás sebességétől függően a Bayes-hálókra tekinthetünk statikus – így modellezésre elemzésre használható – avagy dinamikus feldolgozó formában a felderítés és a nyomozás operatív feladatait támogató eszközre.

A dokumentumok nélkül érkező, kommunikációra nem képes, vagy nem hajlandó személyek hovatartozásának megállapításánál, a migrációs esetek kiértékelésénél, tehát határrendészeti valószínűségi becslésnél is ígéretes eszköz lehet.<sup>16</sup>

A tények alapján felépíthető egy valószínűségi térkép, amely egy gyanúsított halmazt körvonalazó virtuális képet alkot, s ezek az újabb bizonyítékok alapján egyre pontosabbá válnak. A rendszer a mesterséges intelligencia kezdetleges formájának tekinthető, s a bizonyíték-halmaz nagyon gyors nyomozási út valós és képletes újratervezését biztosítja, szemben az ember általi kiértékelés problémáival. A validált számítógépes feldolgozású Bayes-háló mindig egyformán használható, s az emberi kifáradás okozta tévedési növekedés teljesen kizárható. Az emberi tényértékelés melletti érvként hallható a rutin és az intuíció<sup>17</sup>. A predikciós Bayes-hálók a lehetséges felderítési utakra adnak javaslatokat, megjelölve az opciókra vonatkozó esélyeket. A nyomkövetés alanya lehet együttműködő, vagy nem együttműködő. Együttműködőnek tekinthető az alany, ha valós azonosító információkat ad magáról, azaz nem kapcsolja ki a mobiltelefonját, nem cseréli ki a jármű rendszámát, stb. A nem együttműködő alany esetében csak a személyre vonatkozó közvetlen jellemzők alapján történhet azonosítás, így különösen arc, testmozgás, beszéd, stb. Az automatizált, Bayes-módszereket használó nyomkövető rendszereket Haug a gaussi és Monte Carlo csoportokra osztja. A gaussi alcsoportok mindegyike magában foglalja a Kálmán-szűrő alapelveit.<sup>18</sup>

A statikus, a dinamikus és a predikciós valószínűségi hálók időrendben a múltbeli történések feltárására, a jelenbeli megfigyelési operatív nyomozási és követési tevékenységek támogatására, továbbá a jövőbeli bűncselekmények megelőzésére szolgál.

A fenti Bayes-hálók megbízhatósága a felhasznált információk megbízhatóságával áll ok-okozati viszonyban. Az információ források minősítése rendkívüli fontosságú, amely egy Bayes-hálóban a valószínűségi változó súlyozásán keresztül vehető figyelembe.

### A Bayes-háló felépítésének egy megközelítési lehetősége

Egy meghatározott bűncselekmény rekonstruálását és a gyanúsítható személyekre vonatkozó következtetést jelentős mértékben befolyásolja az adott cselekményfajta vélelmezhető elkövetői magatartásformái. A Fenyvesi-féle kriminalisztikai szempontrendszer alapján is megkezdhető a valószínűségi háló gerincének felépítése, amely kiegészítendő a cselekményre vonatkozó jellemzőkkel.

Az univerzalitás a hibalehetőségek számát emeli, csökkentve az átláthatóságot és a speciális jellemzőkre való érzékenységet. Daniels et al. a később említésre kerülő helyszíni profilozó hálójuk fejlesztési munkái kapcsán már szélsőségesebben fogalmazva jelzi, hogy

<sup>16</sup> Fung – Hu: i.m. 2. o.

<sup>17</sup> Tudományos megközelítéssel az intuíció a nagyszámú megszerzett tapasztalat nem tudatosuló felhasználása.

<sup>18</sup> Haug, Anton J.: Bayesian Estimation and Tracking. A Practical Guide, Hoboken, New Jersey, Wiley, 2012. 5. o.

bővítési és karbantartási szempontból megoldhatatlan problémákhoz vezet a mindent magában foglaló Bayes-háló.<sup>19</sup>

A váz kibontásaként jelennek meg az egyes ténycsoportok, s a hozzátartozó valószínűségi értékek. Amíg mért adatok esetén a valószínűségi változó a mérés pontosságából levezethető, a tanúvallomások esetében a becsléskor a vallomást tevő saját személyiségének jellemzői is beépülnek az információra vonatkozó értékbe. A tény valószínűsíthetőségi értékét módosítja a vallomást tevő kapcsolata a ténnyel, a személy befolyásolhatósága, befolyásoltsága, megfigyelőképessége, a környezeti hatások együttese, memóriája, szintetizáló képessége<sup>20</sup> és még sorolni lehet mindazon tényezőket, amely jelentős eltérést eredményez a valós történések és a tanúvallomás között, amint azt Fenyvesi szakmai közönséget bevonva demonstrálta is.<sup>21</sup> A tárgyi bizonyítékok keletkezésétől a feldolgozásig különböző mértékű fakulási folyamaton mennek keresztül, amely csökkenti az esemény és a bizonyíték összekapcsolhatóságát. A tanúvallomás megszerzésénél és a tárgyi bizonyítékok elemzésénél használt kiértékelési módszer is befolyásolhatja azok megbízhatóságát. A bizonytalanság nagyságbeli eltérése vélelmezhető a valószínűségi változón keresztül. A bizonyítékok megbízhatósága, relevanciája, egymáshoz kötődése alakítja ki a háló formáját. A valószínűségi háló olyan gráf, amely nem tartalmaz hurkokat, melyben következtetés-hullámok a kezdeti eseménytől a végkövetkeztetésig terjednek. A végkövetkeztetés lehet egyes vagy többes kimenetelű, amely gyanúsított körre vetítve megadhatja az egyes személyek érintettségi valószínűségét. Egy gyanúsított esetén pedig jelzést adhat a bizonyítottság mértékére. Az esemény lehetőségességének és kizártságának viszonyából keletkeztetett egyszerűen átlátható skála a nyomozást végző és a bíró kezébe könnyen értelmezhető eszközt ad. A Bayes-háló felállításakor is felmerülhetnek olyan kérdések, amelyek a bizonyítékok inkonzisztenciájára utalhatnak, ezért az adatgyűjtésre, a nyomozás technikai szakaszára visszahathatnak. Érdemi bizonyítékok felmerülésekor a felvázolt háló kiegészítése, vagy újratervezése szükséges. A Bayes-háló maga deklaráltan aciklikus, de az adatgyűjtési folyamat szükségszerűen tartalmazhat ciklikus elemeket. A háló valószínűséget reprezentáló csomópontjaiban a bizonyítékok időbeli „fakulását” is értékelni kell. A bizonyítékok szennyeződése idegen elemekkel vagy egymással, olyan mértékben csökkenthetik az egyes bizonyítékok értékét, hogy a számítást reprezentáló hálóból való teljes eltávolítása is indokoltá válhat. Hasonlóképp vezethet tévutakra, s okozhat felesleges idővesztést a keresztszennyeződés miatti hibás valószínűsítés.

Az egyszerű háló felépítésénél, s ezért a módszer megismerését segítő első alkalmazási mintáknál kiindulási pont lehet a cselekmény lehetséges motivációja, az áldozattá válási folyamat elemzése, stb. Profil- valószínűsítéssel vélelmezni lehet az elkövetői csoportot és a további felderítési feladatok fókuszpontját. A folyamatok kezdeténél vizsgálható a szándékosság és a véletlenszerűség valószínűsége. Mindkét fő irány alárendelt valószínűségi lehetőségeket tartalmaz. Szervezett bűnelkövetésnél a cselekmények ismétlődési veszélye közel 100% értékűre becsülhető, de egyedi és előzmény nélküli eseteknél inkább az alacsonyabb értékek valószínűsíthetők. Határrendészeti példával

<sup>19</sup> Daniels, D. C. – Hudson, L. D. – Laskey, K. B. – Mahoney, S. M. – Ware, B. S. – Wright, E. J.: Terrorist Risk Management. In: Pourret, O. Naïm, P. – Markot, B.: Bayesian Networks. A Practical Guide to Applications. Chichester, Wiley, 2008. 250.o.

<sup>20</sup> Fenyvesi Csaba: A kriminalisztika veszélyei. In. Modernkori veszélyek rendészeti aspektusai. Konferencia, Pécs, 2015.

<sup>21</sup> Fenyvesi a konferencián egy előre megrendezett garázdaságon keresztül demonstrálta a megjelent szakmai hallgatóságnak, hogy egy megdöbbentő esemény hatása a releváns tényadatok memorizálását meggátolhatja.

élve teljesen más valószínűségi változók figyelembe vétele szükséges embercsempészet és az egyedi határsértési esetek vizsgálatakor.

### Bayes módszerek a nyomozásban

A Bayes módszerek alkalmazhatósága nagymértékben eltér az alkalmi és az előre kitervelt bűncselekmények esetében. Hasonlóan jelentős módszertani eltérés tapasztalható az átlagos és az egyedi esetek között. Az alkalmi bűncselekmények esetén a Bayes módszerek hatékonysága kicsi. Az események nagy száma miatt mégis érdemes megemlíteni, mivel minden a módszerrel megtakarított perc értékes időt biztosít más bűncselekmények felderítésére.

A közvetlen kontaktusú zsákmányszerző alkalmi bűncselekményekre Rossmo és Summers<sup>22</sup> képletszerűen a következőképp fogalmazta meg a bűncselekmény létrejöttét:

$$\text{Bűncselekmény} = [\text{elkövető} + \text{cél}(\text{személy vagy tárgy}) - \text{védelem}](\text{hely} + \text{idő})$$

Az elkövető megfelelő motivációja, a megfelelő céltárgy vagy célszemély felfedezése, az őrző funkció megléte és erőssége, továbbá az elkövetés helye és időpontja alapvetően meghatározó. Bár a képlet valódi matematikai értelemben nem rendezhető át egyszerűen, hogy az elkövetőt megadja, de közvetetten a tényállás többi elemének valószínűsítésével az elkövetői csoport jellemzőire szűkítést ad. A speciális jellemzők nagymértékben elősegítik a szűkítést, szerencsés esetben akár egy elkövető valószínűsítésére is. Tanulmányukban képszerűen is látható, hogy az elkövető és az áldozat útjának térben és időben is találkozni kell, amint ezt a képlet jobboldalán is jelölték. Az elkövetés helyére vonatkozóan a kriminológiai helyszíni együttható (LQC: Location Quotients in Criminology) használható fel, amennyiben az rendelkezésre áll.

A cselekmény időben az előzmény, az esemény és a következmény három szakaszára osztható. A valószínűségi feldolgozásnál az áldozattá válás valószínűségének előzményi cselekedetei és szokásai, az elkövetőnek pedig az elkövetés utáni viselkedési szokásai fontosak. Az elkövetés helyét jellemzi a környezet és annak tagoltsága, közlekedési hálózat, megközelíthetőség és egyéb, a helyszínt jellemző tulajdonságok<sup>23</sup>. Az időtényező a napszakon kívül jellemezhető az évszakkal, speciális időhöz kötött eseménnyel.<sup>24</sup> Sorozat bűncselekményeknél valószínűsíthető a következő elkövetési helyszín, s így a tettenérés kiváló lehet a sorozatcselekmény lezárásához.

Ez a bűncselekmény-fajta már átvezet az előre kitervelt cselekmények elkövetőinek felfedéséhez. Az előre kitervelt cselekményeknél az elkövetési mód nagyon gyakran hordoz valamilyen, az elkövető személyére utaló tény. Ezen tények feltárása és az adatbázisokban rendelkezésre álló gyanúsított körben található személyek valószínűsítése már biztosabb eredményre vezet.

<sup>22</sup> Rossmo, K. D. – Summers, L.: Routine Activity Theory in Crime Investigation, In: Andresen, M. A. – Farrell, G.: The Criminal Act. The Role and Influence of Routine Activity Theory. London, Palgrave Macmillan 2015. 20-28. o.

<sup>23</sup> Uo: 28. o.

<sup>24</sup> Tipikusan időponthoz kötött betörési cselekmény a temetés időpontjában az elhunyt lakásának kiválasztása.

## Bayes módszerek a felderítésben

A szervezett bűnözés és a terrorizmus elleni küzdelemben minden gyors módszer üdvözlendő. A társadalom szempontjából legkívánatosabb a megelőzés, ha pedig a megelőzés sikertelen volt a kellő súlyú bizonyítékok megszerzése érdekében a tettenérés, így a kockázati pontok valószínűségi becslése egyaránt szolgálhatja mindkettőt. Daniels et al. (2008) összeállította a terrorizmus kockázatát kezelő rendszerre támasztott követelménylistáját, amit az elkövetési hely profilalkotásához kívántak felhasználni. A kockázat számszerűsítésével kapcsolatos többféle módszert elemezték és kritikai észrevételeket tettek az egyszerű matematikai megközelítést alkalmazó képlettel kapcsolatosan. Megítélésük szerint a képlet nehezen kezelhető, s kívánatosabbnak tartják a skálázott értékek használatát.

$$\text{Kockázat} = \text{Fenyegetettség} * \text{Sérülékenység} * \text{Következmények}$$

A jószágalapú kockázatkezelés vizsgálja, hogy milyen partikuláris károk jelenhetnek meg, így különösen az üzletfolytonosság, a gazdasági hatás, az esemény hatás, a nemzeti stratégiai fontosság, továbbá a környezeti hatás szempontjából.

A terrorizmus kockázatkezelő rendszerével szemben az elvárásokat kilenc pontban foglalták össze: a kockázati forgatókönyvek individualitása, a bennrejlő bizonytalanság, a védekezési módszertan, a flexibilitás, a módosíthatóság csoportja, amely magában foglalja a karbantarthatóságot és a bővíthetőséget, a testreszabhatóság, az egyszerű használhatóság, a portfólió menedzsment és a nyomon követhetőség. A helyszín profilalkotó követelmény-rendszere elvezet a Bayes-háló alkalmazásának lehetőségéhez.

A hazai bűncselekmények statisztikáját figyelembe véve a határrendészeti cselekmények sokkal nagyobb valós veszélyt jelentenek, mint a terror fenyegetettség. A két cselekmény felderítéséhez, így különösen az elkövetési hely lehetséges megbecslésében hasonló módszerek alkalmazhatók. Amennyiben határrendészeti szemszögből vizsgáljuk a jelenleg tapasztalható tömeges illegális határátlépést, s annak következményeit, belátható, hogy a jogsértésen túl gazdasági, belbiztonsági, általános társadalmi és politikai hatásai is vannak. Ez megalapozza a kockázatkezelés holisztikus következmény-vizsgálat szükségességét.

A szubjektív elemekre épülő helyszín profilozó módszer egy olyan terrorveszély kockázat becslési célra megalkotott Bayes-háló, amit összefoglaló névvel kockázati hatás hálónak neveznek.<sup>25</sup> Hasonlóan építhető fel egy határsértés-kockázati háló is.

## Összefoglalás

A bayesi módszerek eljárás jogi alkalmazási körében – így különösen a nyomozás, a felderítés és a bizonyítás területén – indokolt a valószínűségi hálók alkalmazása. A valószínűségi profilalkotás önmagában is nagyon széles területéről példálózóan az elkövetés helyét emelem ki. A tényfeltáró nyomozás és a bizonyítás a statikus, az operatív felderítés és elhárítás pedig a dinamikus hálókezelést igényli.

<sup>25</sup> Daniels et al.: i.m. 250. o.