

## PETRÉTEI DÁVID

### Háromdimenziós képalkotás a kriminalisztikában

A fényképezést a feltalálását követő bő százhetven év alatt a valóság leképezésének sajátos, tartós és pontos módszereként vált ismertté. A kriminalisztika, a bűnügyi technika gyakorlatilag a többé-kevésbé hordozható fényképezőgépek kifejlesztése óta használja a helyszín megőrkítésére a fényképeket.<sup>1</sup> Mindazonáltal tény, hogy a fénykép nem a valóság pontos mása.<sup>2</sup> A fénykép két dimenzióba emel ki egy képet a komplex téridőből.<sup>3</sup> A fényképezéssel egyidős törekvés a látott valósághoz közelebb álló térhatású fényképek készítése, vagy a háromdimenziós képalkotás.

### Sztereofényképek

Meglehetősen korán, már az 1850-es években alkottak térhatású képeket, az úgynevezett sztereofotókat. A sztereo-fényképezőnek két egymás melletti lencséje van, ezekhez egy-egy külön fényérzékeny anyaggal. A kioldó közös, mindkét szerkezet egyszerre exponál. Gyakorlatilag tehát két fényképfelvétel készült egy időben, egymástól vízszintesen kissé távolabb; az eljárás az ember kétszemes látását utánozta. A két képet erre rendszeresített nézőkészülékben lehetett tanulmányozni, bal szemmel a bal szemes, jobb szemmel a jobb szemes képet, amit így az agy térhatású képpé állított össze.<sup>4</sup>

A talán első magyar helyszín, amelyet kriminalisztikai fényképen megőrkítettek, *Teleki László* gróf halála volt, 1861 májusában. Ezen a helyszínen már készült sztereofotó!<sup>5</sup> A sztereo-fényképezőket nagyjából a múlt század hetvenes éveit alkalmazta a bűnügyi technika, azután azonban nem.

1 Petrétei Dávid: Kriminalisztikai fényképezés – helyszínek fényképes dokumentálása. In: Szabó Gyula (szerk.): Munkabaleseti helyszínek dokumentálása. Óbudai Egyetem, Budapest, 2014, 85. o.

2 Sevcsik Jenő: Fényképezési ismeretek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1955, 135. o.

3 Vilém Flusser: A fotográfia filozófiája. <http://www.artpool.hu/Flusser/Fotografia/01.html>

4 Barabás János – Gróf Gyula (szerk.): A fényképezés kézikönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1956, 93–98. o.

5 Bogdán Melinda: A rabosító fénykép – A rendőrségi fényképezés kialakulása. Budapesti Negyed, 2005/1–2. <http://epa.oszk.hu/00000/00003/00034/bogdan.html>

A nézőkészülék jelentősége abban rejlik, hogy segítségével az egyik szem csakis az egyik fél képet, a másik szem csakis a másik fél képet látja. Nézőkészülék nélkül is elérhető a sztereoképek térhatása az anaglif eljárásokkal. Ennek során a sztereoképpár két fél képét egymástól eltérő, szűrővel jól elválasztható színben nyomtatják vagy vetítik, és a nézőnek a meghatározott színszűrőkkel kell a képet megtekintenie. Ez a régebbi térhatású mozifilmvetítésekről ismerős piros-zöld vagy piros-kék szemüveg: az egyik szem előtti piros a másik fél kép piros színét szűri ki stb., így a két fél képet az agy egyetlen térhatású képként fogja fel. A színes térbeli kép előállítására lehetséges polarizált fényű vetítéssel: a két fél képet egymásra merőlegesen polarizált fényvel vetítik fel, a néző szemüvege pedig két, ugyancsak egymásra merőleges polárszűrőből áll. Ez az egyik szemhez csak az egyik, másik szemhez csak a másik fél kép polarizált sugarait engedi át.<sup>6</sup> (A mai térhatású mozifilmek ilyen szemüveget használnak.)

## Képek összeszerkesztése

Térhatás elérhető két digitális (vagy digitalizált) sztereokép számítógépes összeszerkesztésével, ami nagyon sok számolást igénylő, aprólékos művelet, de nem példa nélkül álló.<sup>7</sup>

Számtalan szoftver létezik, amely egymást átfedő digitális képekből egy nagy panorámaképet állít össze; újabban az okostelefonok applikációi is képesek erre (például a Panorama 360 VR Capture, a TeliportMe Inc. fejlesztése<sup>8</sup>). Lényegében ugyanezt a technológiát használja a Google az utcaképek megőrkítésére.<sup>9</sup>

A panorámafelvétel azonban nemcsak a minket körülvevő környezetről készülhet, hanem egy adott tárgyat is körbefényképezhetünk. A szoftverek képesek a tárgyról készült sorozatfelvételtől a tárgy körbeforgatható képét előállítani. Ez a technika napjainkban is fejlődik; akár a jelen valósága lehet például ismeretlen holttest fejéről okostelefonnal panorámafelvélet készíteni, aminek eredménye a fej körbeforgatható képe lesz, a felismerésre bemutatás eszményi eszköze.

---

<sup>6</sup> Gottfried Schröder: Műszaki fényképezés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985, 214. o.

<sup>7</sup> Lásd Patkó Tamás: Háromdimenziós térrekonstrukció sztereo légifelvétel képpár alapján. Budapest, 2002. [http://www.hexium.hu/04\\_Downloads/20\\_Publications/3d\\_PatkoT.pdf](http://www.hexium.hu/04_Downloads/20_Publications/3d_PatkoT.pdf)

<sup>8</sup> Lásd <https://teliportme.com/about>

<sup>9</sup> Lásd <https://www.google.com/maps/streetview/understand/>

## Tér(re)konstrukció és holográfia

A képzőművészeti fotográfiában jelentős ügynevezett térrekonstrukció a kész pozitív képek speciális elrendezésével igyekezett valamiféle térhatást visszaadni vagy kölcsönözni. Példaként említhető művek: Hámos Gusztáv: Madárház (1977); Csörgő Attila: Narancs héjszerkezet (2004); Tokihiro Sato: Brooklyn Bridge (2005).<sup>10</sup> A képzőművészeti térrekonstrukciónak gyakorlati kriminalisztikai alkalmazása nem ismert, jelentősége ezért nincs, bővebb tárgyalását mellőzzük.

Ugyancsak mellőzzük a holográf-fényképészetet, mert a bűnügyi technikában prógizító eljárásként nem terjedt el.<sup>11</sup>

## Digitális gömbpanoráma-fényképezők

A modern gömbpanorámakép-rögzítők (például PanoScan, SpheronVR<sup>12</sup>) olyan digitális képeket hoznak létre, amelyek méretarányosak, sőt rajtuk utólagos méresek is végezhetők. A gömbpanorámakép elkészítése után ugyanis előre pontosan meghatározott mértékben az automatika megemeli az állványt, és a megemelt magasságban még egy gömbpanoráma-sorozat készül. Mivel a két gömbpanoráma eltérésének egyetlen oka a különböző magasság, az pedig pontosan ismert, a számítógép nagyon pontosan képes a két felvételsorozatból egyetlen, mérethelyes és térhatású képet összeállítani. A számítógép segítségével összeállított kész gömbpanoráma gyakorlatilag szabadon mozgatható-forogatható, „bejárható” háromdimenziós modell lesz, például egy szoba belseje. A megörökített virtuális helyszín fényképminőségű részleteihez a programban hozzárendelhetünk helyszíni fényképeket, jegyzőkönyvrészleteket, videofelvételeket stb., azaz például a szobaajtóra rákattintva tallózzhatunk az ajtóról készült méretarányos felvételek közt, vagy megtekinthetjük az eszköznyom megmintázásáról készített helyszíni videót, vagy éppen az írásos szubjektív jelentést a behatolás módszeréről.<sup>13</sup>

10 Lásd például [http://www.elitmed.hu/ilam/kepzo\\_muveszet/\\_b\\_vilaghir\\_utan\\_ithon\\_csorgo\\_attila\\_arkhimedeszi\\_pont\\_b\\_4997/](http://www.elitmed.hu/ilam/kepzo_muveszet/_b_vilaghir_utan_ithon_csorgo_attila_arkhimedeszi_pont_b_4997/); <http://www.c3.hu/~acsorgo/>; <http://www.mudam.lu/en/expositions/details/exposition/attila-csoergoe/>; <http://www.c3.hu/collection/videomuveszet/hamosf.html>; <http://photoarts.com/gallery/sato/satoexh.html>; [http://www.hainesgallery.com/artists/Sato\\_Tokihiro/](http://www.hainesgallery.com/artists/Sato_Tokihiro/); <http://www.sato01.com/>

11 Gábor Dénes: Holográfia 1948-1971. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0006/gdenes.html>; <http://metaf.elte.hu/~radkat/toto/holografia.htm>

12 Lásd <http://www.panoscan.com/>; <https://www.spheron.com/products.html>

13 Petrétai Dávid: Gondolatok a helyszíni krimináltechnika egyes elméleti és gyakorlati kérdéseiről. Bűnügyi Szemle, 2013/10., 54. o.

## A térszkennер

A háromdimenziós térszkennerek első példányai a nyolcvanas évek végén jelentek meg<sup>14</sup>, ipari, rutinszerű felhasználásról csak az utóbbi évtizedben beszélhetünk.<sup>15</sup>

### *A térszkennер működése*

A legfejlettebb háromdimenziós képalkotó rendszer jelenleg valószínűleg a háromdimenziós lézeres térszkennер.<sup>16</sup> Ezeken a körbeforgó lézér gömbhéjszerűen letapogatja a környezetet, akár olyan sűrűséggel, hogy ötven méter távolságban minden négyzetmilliméterre jut sugár. Az ezekből a visszavert sugarakból képzett fénypontfelhő számítógépes feldolgozása során éppen ezért minden fénypont egymáshoz képesti távolsága milliméterpontossággal lemérhető lesz. A fénypontfelhő természetesen nem színhelyes, a számítógépen megjelenő színek a felületek reflexiós tulajdonságaitól függnek. Éppen ezért a térszkennерbe gömbpanoráma készítésére alkalmas fényképezőgépet is építenek. A gyakorlatban egy felvétel készítése (kb. 3-5 perc) során elkészül a fénypontfelhő és a fényképfelvételek is. A szoftver a kész gömbpanoráma-felvételt ráilleszti a fénypontfelhőre. Ráadásul a különböző álláspontokból felvett fénypontfelhőket és gömbpanorámaképeket a szoftver hibátlanul összeilleszti. Ennek jelentősége a következőkben rejlik: az előbbiekben említett, valamivel régebbi technológiát képviselő gömbpanorámakép-rögzítők (PanoScan stb., tehát ahol nincs lézerszkennelés és fénypontfelhő) egyetlen állásban rögzítenek képet; bárhogy forgatjuk is, a tárgyak mögé nem látunk be. Ami a felvételkor takarásban volt, az a képen is takarásban marad. Ha több felvételt készítünk, ez a probléma áthidalható, de a régebbi gömbpanorámakép-rögzítők nem tudják egy nagy „képpé”, egy nagy virtuális modellé összeilleszteni az egyes panorámaképeket. A térszkennер azonban igen, és ehhez csak az szükséges, hogy a mesterséges intelligencia által könnyedén felismerhető viszonyítási pontok (kihelyezett tárcsák vagy gömbök) közül legalább kettő a készülék által látható legyen két egymást követő álláspontban. Így például egy ház kívülről és belülről tökéletesen felmérhető, és a kész

14 Brend Breuckmann: 25 Years of High Definition 3D Scanning.  
[http://www.bcs.org/upload/pdf/ewic\\_ev14\\_s19paper3.pdf](http://www.bcs.org/upload/pdf/ewic_ev14_s19paper3.pdf)

15 Lásd <https://matterandform.net/blog/a-brief-history-of-3d-scanning>

16 Lásd például [http://hds.leica-geosystems.com/en/Leica-ScanStation-P20\\_101869.htm](http://hds.leica-geosystems.com/en/Leica-ScanStation-P20_101869.htm) ;  
<http://www.faro.com/products/3d-surveying/laser-scanner-faro-focus-3d/overview> ;  
<http://www.riegl.com/nc/products/terrestrial-scanning/produktdetail/product/scanner/5/>

anyag, az összeillesztett panorámafelvelekek és fénypontfelhők egyetlen kép-pé állnak össze, egy mérhető, forgatható képpé, ami olyan, mintha bejárnánk a helyszínt. Gyakorlatilag bárhol felnézhetünk a plafonra vagy benézhetünk a tereptárgyak mögé, sőt „körbejárhatjuk” a tereptárgyakat. Mintha a számítógép képernyőjén élő képet kapnánk egy helyszínen éppen dolgozó operatortól, aki a mi parancsainkat követi; ráadásul valamennyi felvétele pontosan mérethelyes lenne.

A képrögzítés során beszerezhető adatok mennyiségéről és sokrétűségéről álljon itt egy példa. 2014-ben a Wisconsin állambeli Mazomanie városban egy emberölés helyszínét 37 álláspontból kivitelezett szkenneléssel dolgozták fel. Az eredményről a szkennelésben részt vevő rendőrtiszt azt mondta, hogy a begyűjtött adatok tizedének megszerzése napi nyolc óra munkával egy teljes hetet vett volna igénybe, két helyszínelő csapat részvételével.<sup>17</sup>

#### *A feldolgozás*

A több álláspontban elvégzett mérés és képrögzítés feldolgozása utólag történik meg, amikor mindegyikkel elkészültünk. Hogy használható legyen a kész anyag, elegendő álláspontból kell a felvételeket elkészíteni, nehogy valamely terület kimaradjon. (Érdekes gyakorlati példa az azonos álláspontban megismételt felvétel, először nyitott, utána csukott nyílászárókkal.) Megjegyzésre érdemes, hogy a szkennerek magassága fix, a lézersugár pedig egyenes; tehát például egy szoba esetében az asztal alját, az asztal lapját és a szekrény tetejét egyszerre nem tudjuk beolvasni. Ha mindegyik felület releváns, akkor azonos álláspontban, változtatott magasságokkal több felvételt kell készíteni. Azt a helyszínen kell megtervezni, illetve megítélni, hogy hol legyenek az egyes álláspontok, illetve egyáltalán hány álláspontból szükséges felvételt készíteni. Ehhez a gyakorlatban akár hevenyészett helyszínvázlat elkészítése is szükséges lehet.

A számítógépes utómunkálat során a szoftver egymásra illeszti a fénypontfelhőt és a gömbpanorámaképet, illetve egymáshoz illeszti a különböző beolvasások eredményeit. Ha a kihelyezett támpontokat nem mozdítottuk el két álláspont közt, illetve minden álláspontához tartozik legalább két olyan támpont, amelyet az előző állásponton beolvastak, akkor a részletek összeillesztése gyakorlatilag hibátlan lesz.

---

<sup>17</sup> Lásd <http://wid.wisc.edu/featured-science/csi-discovery/>

### *A kész anyag*

Maga a kész anyag tehát megjelenhet forgatható, bejárható modellként, azaz a számítógép képernyőjén gyakorlatilag állóképet látunk, amit tetszés szerint forgathatunk, „bejárhatunk”. De éppen így lehetséges mozgóképként megjeleníteni: mintha egy a helyszínen röpködő légy szemén át látnánk. Ebben az esetben a szoftveres feldolgozáskor előre meg kell határozni az útvonalat és a látószöget, amit a képzeletbeli légy bejár, illetve amerre néz. A kriminalisztikai alkalmazásban ez utóbbi megjelenítés önmagában gyakorlatilag soha nem elegendő; mindamellett kétségkívül látványos, lehetővé teszi a helyszínről egyfajta első benyomás vagy összbenyomás gyors átadását (vizsgálónak, ügyésznek, bírónak stb.). Kiegészítő jelleggel tehát érdemes lehet ilyen mozgóképet is készíteni.

A lézerrel készített fénypontfelhő tökéletesen mérethelyes, és az előzetes beállításoktól függően akár milliméterpontosságú. A kész feldolgozott anyagban gyakorlatilag gombnyomásra megállapítható bármely két pont egymástól mért távolsága, ugyancsak megmérhető bármilyen szög is. A legtöbb feldolgozószoftvernek vannak beépített grafikai eszközei: azaz a kész anyagba bele lehet rajzolni, felületeket át lehet színezni, ábrákat lehet elhelyezni stb.

Mindezek lehetővé teszik, hogy a szkennelés eredménye szakértői vizsgálat alapja legyen; tehát megfelelő minőségű kész anyag birtokában a szakértő úgy is megalapozott következtetéseket tud levonni, hogy a helyszínen nem is jár. Tipikusan ilyen a lőirány meghatározása vagy a véryomelemzés; egyes feldolgozószoftvereknek kifejezetten vannak beépített moduljaik, amelyek grafikai eszközökkel, matematikai számításokkal és modellekkel a szakértői munkát teszik lehetővé. Így például a véryomelemző modul a falra, padlóra freccsent vérfoltok alakú jellemzői alapján egyrészt kiszámolja a freccsent vér pályáját<sup>18</sup>, másrészt azt képes grafikusán is ábrázolni, így a nyom keletkezési helyét elhelyezni a helyszín térhatású modelljében.

### *Gyakorlati eset ismertetése*

2015 nyarán az egyik megyeszékhelyen löfegyverrel elkövetett emberölés történt; az elkövető az elsőként kikerkező járőr gépkocsira is tüzet nyitott, az intézkedő rendőrök – szerencsére – nem sérültek meg. A helyszíni szemlén részt vett a Bűnügyi Szakértői és Kutatóintézet központi technikai osztálya,

<sup>18</sup> Stuart H. James – Paul E. Kish – T. Paulette Sutton: Principles of Bloodstain Pattern Analysis – Theory and Practice. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2005, pp. 217–261.

felhasználva az osztályon rendszeresített Leica Scan Station P20<sup>19</sup> típusú tér-szkennert.

A helyszín kertvárosi, családi házas környezet volt, az utcán parkoló gépkocsikkal. A lőirányok meghatározása nagyjából sikerült már a helyszínen. A lézerszkennelést által rögzített kép azonban utólag is lehetővé teszi a látászögek, takarások megítélését. A szemle idején ott parkoltak azok a gépkocsik, amelyek a cselekmény idején is ott álltak. A vélelmezett lőállásból a gépkocsik eltakarták az utca számottevő részét, akár fedezékül szolgálhattak stb. Ezt a takarást kellő pontossággal semmilyen helyszíni fénykép nem képes visszaadni; a nyomozás során helyszíni kihallgatásokra, bizonyítási kísérletekre lenne szükség annak bizonyítására, hogy mit láthatott az elkövető, amikor a rendőrökre rálőtt. Ehhez a helyszínen le kell mérni az összes releváns gépkocsi távolságát, hosszát, magasságát; vagy a helyszíni kihallgatáshoz ugyanolyan típusú gépkocsikat kellene biztosítani, és kellő pontossággal az elkövetés utáni helyzetbe pozicionálni.

A szkennelés során továbbá rögzítettük a helyszínen talált lövési elváltozásokat is, azaz például az utca aszfaltjába csapódó lövedékek nyomait. Ezek a nyomok, a gépkocsik helyzete és a körülbelüli lőirány nagy biztonsággal lehetővé teszi a lőállás meghatározását, ami adott esetben cáfolhat egy gyanúsított védekezését.

A helyszín több álláspontból történő, megfelelő felbontású szkennelése nagyjából egy-másfél órát vett igénybe, aminek eredményeként a helyszín szemlekorai állapotának rögzítésére fotorealistikus, méretarányos, mérhető, forgatható, „bejárható” virtuális modellként került sor. A virtuális modell „bejárása” közben megtekinthetjük, hogy mit láthatott az utcából a ház sarkán álló vagy éppen a kapu mögött guggoló elkövető. Ennek jelentőségét aligha lehet túlbecsülni.

#### *A jövő?*

2015 márciusában a legnagyobb videomegosztó oldalon megjelentek az úgynevezett háromszázhatvan fokos videók.<sup>20</sup> Ezek a videók lejátszás közben körbeforgathatók: mintha a videón megörökített esemény közepére nyílna egy körbeforgatható periszkópunk. Ha számítógépen nézünk egy ilyen videót, az egerünkkel vagy billentyűnkkel tudjuk körbeforgatni a képet. Ha

<sup>19</sup> Lásd [http://w3.leica-geosystems.com/downloads/123/hds/hds/ScanStation\\_P20/brochures-datasheet/Leica\\_ScanStation\\_P20\\_DAT\\_en.pdf](http://w3.leica-geosystems.com/downloads/123/hds/hds/ScanStation_P20/brochures-datasheet/Leica_ScanStation_P20_DAT_en.pdf)

<sup>20</sup> Lásd <https://www.youtube.com/channel/UCzuqhhs6NWbgTzMuM09WKDQ>

azonban modern „okos” eszközeinkkel, okostelefonnal, táblagéppel nézzük a videót, az eszköz mozgatásával forgatjuk a látott képet. A hatás valóban olyan, mintha a kezünkben tartott táblagép ablak lenne a videó helyszínére; ahogy az „ablakot” forgatjuk, mozgatjuk, úgy változik az is, hogy mi kerül az „ablak” elé, azaz a teljes kép melyik része válik láthatóvá. Például egy zenei klipben virtuálisan a zenekar tagjai között foglalunk helyet; eszközünk mozgatásával tudunk körbenézni, megdöntésével akár fel tudunk nézni a plafonra vagy le a padlóra stb.

Ezeket a videókat úgy állítják elő, hogy több kamerával egyszerre készítenek felvételt a megőrkíteni kívánt témáról úgy, hogy a képek átfedjék egymást. Ez után a szoftver a videókat egymásba illeszti, az átfedett területek alapján, létrehozva egy nagy videót. A kamerák száma és látószöge alapján a kész nagy videó akár 360° széles és 180° magas is lehet, azaz maga körül teljes gömbként mindent megőrkít.<sup>21</sup>

Ez a technológia akár a legközelebbi jövőben lehetővé teheti azt is, hogy videokamerák felvételei helyett 3D lézershakenner által készült fénypontfelhő és ráillesztett panorámafelvétel szolgáljon ilyen virtuális képek alapjául. Ebben az esetben az irodában vagy a tárgyalóteremben, kezünkben egy táblagéppel „átnézhetünk” a szkennelrel megőrkített bűnügyi helyszínre, azt bejárhatjuk, a táblagép mozgatásával közelebb mehetünk a virtuális térben egyes dolgokhoz stb.

Nagyon hasonló megoldást már most is használnak: a Wisconsini Egyetem működő Living Environment Lab (Élő környezet műhely) kiépített az egyetem pincéjében egy olyan szobát, amelynek négy fala és plafonja is ki-vetítő, és ebben akár bűnügyi helyszínekről készült szkennelések is „bejárhatók”. Ez a Cave (barlang).<sup>22</sup> Itt azonban a fix falakra vetített képek miatt a szkennelés bejárása még távirányítóval történik.

## A kézi szkennel

A térszkennel általában a szemle statikus szakaszában kap szerepet, az összképrögzítés eszköze. A kézi szkennel a részletfelvétel, a nyomrögzítés eszköze.

Működési elve gyakorlatilag azonos a térszkennelével: a kibocsátott sugárnyalábok visszaverődése fénypontfelhőt rajzol ki a beszkennelt tárgyról. Általában az eszközt kézzel kell mozgatni, képernyőn követve, hogy mi az,

<sup>21</sup> Lásd <http://www.video-stitch.com/how-360-video-works/>

<sup>22</sup> Lásd <http://wid.wisc.edu/research/lel/spaces/>

amit eddig beszkenkeltek. A forgalomban lévő kézi szkennerek általában nincsenek felszerelve fényképezőgéppel, a szkennelés eredménye így nem lesz fotorealistikus.

A rövidebb tárgytávolság miatt ezeknek a kézi lézerszkennereknek a felbontása lényegesen meghaladja a térszkennerekét. A Faro cég Edge<sup>23</sup> nevű kézi szkennere 1,8 méter távolságból is 0,024 mm felbontásra képes!

Ez a felbontás lehetővé teszi a nyomszakértői, fegyverszakértői vizsgálatokat; ennek jelentősége a bűnüldözés nemzetközivé válásában óriási lehet. Gondoljunk bele: szakértők nemzetközi együttműködésekor képesek a nyomokról készült szkennelések eredményét e-mailben elküldeni egymásnak, ami gyorsabb és biztonságosabb, mint például a gipszöntvények postázása.

A kézi szkennerek egy másik fajtája a csekély tárgytávolságra tekintettel, költségcsökkentő megfontolásokból, nem lézert használ, hanem egyszerű fényt. Ilyen például az Artec cég Space Spider<sup>24</sup> nevű szkennere, ami 17–35 cm tárgytávolságból 0,1 mm felbontásra képes, viszont lényegesen olcsóbb is az említett Faro modellnél.

A tizedmilliméteres felbontás is bőven elegendő lehet ismeretlen holttestek koponyáinak szkennelésére, majd azon célszoftver segítségével arckonstrukció készítésére. Ez rendkívüli mértékben meggyorsítja az eljárást; ráadásul, mint láttuk, a szkennelés eredménye akár elektronikusan is továbbítható más szakértőknek, illetve ugyanazon szkennelésen több szakértő, többféle módszerrel (szoftverrel) akár szimultán is képes dolgozni.<sup>25</sup>

### A 3D mikroszkópia

A konfokális pásztázó mikroszkóp működése során a tárgy lézerral megvilágított vékony szeleteiről készülnek képek, amelyeket számítógép rögzít, majd állít össze egy egységes képpé. A lézer egy lyukdiafragmán, majd az objektíven keresztül, fókuszáltan éri el a tárgyat; a visszaverődött fény pedig egy másik lyukdiafragmán át képeződik le. A lyukdiafragmán keresztüli leképezés jelentősége abban rejlik, hogy csak a tárgykép képeződik le élesen, viszont a megvilágítása mindig fókuszált. A pásztázás a mélységélesség problémáját

<sup>23</sup> Lásd <http://www.faro.com/products/metrology/faroarm-measuring-arm/overview>

<sup>24</sup> Lásd <https://www.artec3d.com/files/pdf/ArtecScanners-Booklet-EURO.pdf>

<sup>25</sup> Lásd Angyal Miklós: Ismeretlen személyazonosságú holttestek azonosítása. Doktori értekezés. PTE ÁJK, Pécs, 2014, 152. o. <http://ajk.pte.hu/files/file/doktori-iskola/angyal-miklos/angyal-miklos-vedes-ertekezes.pdf>

küszöböli ki. A hagyományos mikroszkópok ugyanis szűk mélységélességgel dolgoznak; a pásztázó mikroszkóp egyszerre egy éles szeletet örökít meg, majd a tárgy elmozdításával már egy másik szelet lesz éles, így azt rögzíti stb. A számítógép ezekből az éles szeletekből állítja össze a kész képet, ami tehát minden részletében éles lesz.<sup>26</sup>

Ha a tárgyasztal lehetővé teszi a tárgy körbeforgatását, értelemszerűen annak minden oldaláról elkészülnek ezek az éles rétegek. Ebben az esetben a számítógép által összeállított képet utólag szabadon lehet forgatni, annak minden oldalát meg lehet figyelni.

A Bűnügyi Szakértői és Kutatóintézet fegyverszakértői használnak ilyen elven működő berendezést lőszer, lőszerhüvelyek azonosítására. Az Evo-Finder<sup>27</sup> nevű komplex rendszer magvát egy konfokális pásztázó mikroszkóp alkotja, a bele helyezett vizsgálati tárgyat számítógép vezérelte motor forgatja körbe.<sup>28</sup> A rendszer alkalmazása lehetővé teszi a bűnjelek adatbázisba rendszerezését, ami egyrészt rendkívüli mértékben meggyorsítja az összehasonlító vizsgálatokat, másrészt képes akár évekkal később is ügyeket egymáshoz kötni az ott használt fegyver azonosításával.<sup>29</sup>

## Összegzés

A képkötés a kriminalisztikai értelemben vett felderítés és bizonyítás fontos eszköze, a krimináltechnika egyik alapvető szakterülete. A háromdimenziós képkötés a látott valósághoz közelebb álló térhatású felvételek készítésére törekszik. A modern számítógépes háttér és a technikai fejlődés óriási lökést adott ehhez.

---

<sup>26</sup> Denis Semwogerere – Eric R. Weeks: Confocal Microscopy. <http://www.physics.emory.edu/faculty/weeks/lab/papers/ebbe05.pdf>

<sup>27</sup> Lásd <http://evofinder.com/>

<sup>28</sup> Lásd <http://evofinder.com/technology/2d-or-3d/>

<sup>29</sup> Dr. Nagy Gábor, a Bűnügyi Szakértői és Kutatóintézet igazgatójának előadása 2015. november 19-én, Budapesten, a *Szakértők és bűnügyi technikusok a XXI. századi rendőrségi nyomozásokban* című konferencián.