

**Dr. Bodolló István docens, okl. mérnök**

## **A járműveken keletkezett károk 3D modellációs összehasonlító elemzése**

**Összefoglalás:** A biztosítók felmérése szerint a biztosítási csalások a felelősségbiztosítás vagyoni és nem vagyoni károk területén a leggyakoribbak, és számuk egyre nő. Az ilyen esetekben az emberek leginkább „jó alkalmat látnak arra, hogy valamivel többet megfizettessenek“. Az eddigi gyakorlatban a munkamódszerek triviálisak, és a szakértők munkája igencsak heterogén. Sok esetben a szakértői vélemények nincsenek bizonyítékokkal alátámasztva, és hiányzik a vélemény megalkotásának a megindokolása. Az effajta vélemények megbízhatatlanok, és nem szolgálhatnak összeegyeztetés alapjául. A jelen dolgozatban az összehasonlító elemzések újfajta megközelítését mutatom be, amely a digitális technika nyújtotta lehetőségeken alapuló új rendszert képez.

**Kulcsszavak:** színlelt ütközések, 3D modellálás, a károk összehasonlító elemzése, közúti gépjárművek

## **BEVEZETŐ**

### **A probléma fennállásának tudatosodása**

A gyakorlatban az összehasonlító elemzések olyan bizonyítékok alapján készülnek, amelyekhez a rendőrség és a biztosító jutottak a közlekedési baleset helyszínelése során, ritkább esetekben pedig az összehasonlító elemzésre szolgáló olyan bizonyítékokon, amelyeket az eljárás résztvevői szereztek be.

A biztosító eljárásainak kivételével, a bizonyítékok biztosítása gyakran nem eléggé szakszerűen, szakszerűtlen a fényképezőgépek használata, és a felvétel olyan helyzetből készül, amely nem teszi lehetővé a járművön levő nyomok megbízható összehasonlító elemzését.

A nyomok biztosításának módszerei gyakran nem teszik lehetővé a megbízható összehasonlító elemzés kidolgozását, amelynek elvégzéséhez feltétlenül szükséges a helyszínelésen felvett jó jegyzőkönyv, a károsodás keletkezési mechanizmusainak megállapítása érdekében, a jármű ütközés előtti, közbeni és az ütközés utáni haladásának ismerete segítségével.

Az összehasonlító elemzés kidolgozásának szabványosítása hiányában és a szakértők heterogén tudása mellett igen különböző következtetések születnek, amelyeket a gyakorlatban ritkán egyeztetnek össze.

Tekintet nélkül arra, hogy valamikor egy vitás dolog mennyire nyilvánvaló, a szakértők eltérő véleményei miatt a bíróság egy harmadik szakvéleményezés elrendelésével csak meghosszabbítja az eljárást, ami a gyakran alacsony értékű vitás dolgot jóval megdrágítja, az eljárás elhúzódik, és a perbeli cselekmények során a bíróság eljárási problémákkal szembesül.

### **Probléma**

Mivel nem került sor az összehasonlító elemzések kidolgozási módszereinek a szabványosítására, a módszerek az elemzés tárgya tekintetében heterogének, és ezáltal egymás között nem hasonlíthatók és nem egyeztethetők össze. Nagyon gyakran

az összehasonlító elemzés el is marad, csupán a vélemények hangzanak el, és az effajta „leletet“ kidolgozó szakértő nem egyeztet a részletező és megindokolható leletekkel. Tekintet nélkül arra, hogy a dolgok mennyire nyilvánvalók, ha a bíróság nem játszik megfelelő mértékű aktív szerepet az eljárásban, a per tárgya jogilag bonyolultabbá válik, esetleg nem felel meg teljesen a valóságnak, de mégis a jogon alapszik. A szerző az összehasonlító elemzések területén jelentkező problémát a nem eléggé meggyőző módszerekben látja, amelyek jellegükből kifolyólag meg nem értést eredményezhetnek (a fényképekkel illusztrált, túlterhelt szöveg következtében), és végül – a szerző véleménye szerint, – a visszaélésekben, az eljárás részvevőinek dezavválása mellett.

Az alapvető probléma mindenekelőtt az, hogy a szakértők a pontatlan és/vagy hamis leletekért a bíróság előtt nem tartoznak semmiféle felelősséggel.

## **CÉLKITŰZÉS**

A jelen dolgozat célja egy olyan új módszer kidolgozása és bemutatása, amely saját vizuális nyilvánvalósága révén az összetett deskriptív leírások helyébe lép, hiszen ezek nagy figyelmet igényelnek, és megfelelő alapot képeznek az eljáró szerv szándékos vagy véletlenszerű (ismeret hiányából eredő) megtévesztéséhez.

A második cél bemutatni azt, hogy van lehetőség a jármű részeinek és/vagy károsodásának vizuális összehasonlítására (a károsodás alakja, fajtája és keletkezése szerint).

## **HIPOTÉZIS**

Nem csupán a 3D nyomtatás előkészítése céljából, hanem számos más területen is, a műépítészetben, régészetben, orvostudományban, mérnöki tevékenységben... a háromdimenziós virtuális digitalizálás fejlődése igen erőteljes.

A járműveken levő károsodások összehasonlító elemzési módszereinek egyik fejlődési ágazatát a tárgyak 3D digitalizálása képezi.

Amennyiben az ütközésben megkárosodott járművekről:

- Megfelelő technikával felvétel készülne
- Megfelelő programcsomagban megtörténne a megfelelő kiterjesztésű 3D méretű modelláció
- Összehasonlíthatók lehetnének egy megfelelő programcsomagban

Ilyen esetben lehetőség nyílna a károsodás összehasonlító elemzésére, a károsodás nyilvánvalóvá válna, és kizárna minden bizonyítási kételyt.

Ekkor jelentősen csökkenne az eljáró hatóság és az eljárásban részt vevő felek tudatlanságának és megtévesztésének a veszélye, mivel részletekben és összességükben nyilvánvalóan vizuálisan is össze lehetne hasonlítani a károsodásokat. Az effajta módszer alkalmas lenne a lelet papír formájú médiumon való kidolgozására, könnyen és azonnal bemutatathatóvá válna az eljárás valamennyi részvevője számára, azonnali bizonyítási lehetőséggel, és lehetővé tenné a felmerült kérdésre adott válasz vizuális bemutatását.

A piacon már megjelentek olyan applikációk, amelyek egymás között nincsenek összehangolva, és nem létezik rendeltetészerű programcsomag, így a hipotézis bizonyításának a tárgyát az alábbiak képezik:

- A 3D tárgyak feldolgozására alkalmas szoftverek és hardverek kiválasztása
- A formátumok egymás közötti összehangolása
- A reális méretű tárgyak elmozdítását és összehasonlítását lehetővé tevő programcsomagok kiválasztása

### **A 3D VIRTUÁLIS MODELL KIDOLGOZÁSÁNAK ELŐKÉSZÍTÉSE**

A megkárosodott járművek 3D modelljeinek kidolgozásához szükséges adatok összegyűjtési technológiájának mindenekelőtt egyszerűnek, megbízhatónak és általánosan hozzáférhető technikával kivitelezhetőnek kell lennie, amely jól láthatóvá teszi a megkárosodás részleteit. A 3D modelláció alapját az érdekelt feleknek (leggyakrabban a biztosítóknak) kell elkészíteniük.

A kísérleti fázis során felmerült és megoldásra várt a visszatükrözés problémája, amely jelentős korlátozást jelent a virtuális modelláció szempontjából. A visszaverődés kiküszöbölésének egyszerűnek, olcsónak, megbízhatónak, a terepen könnyen alkalmazhatónak, valamint olyannak kell lennie, hogy a nyomokat ne takarja el, azokat ne változtassa meg, és nem okozzon további károkat a járművön. A szerző egy egész sor kísérletet hajtott végre, amíg kielégítő módon meg nem oldotta a visszaverődés okozta gondokat.

### **AZ ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉS TÁRGYA**

Az összehasonlító elemzés tárgyát az alábbiak képezik:

- A károsodás alakja, különös tekintettel az ütközés bekövetkezésének a mechanizmusára (a jármű haladása közvetlenül az ütközés előtt és annak folyamán)
- Az egyes károsodások fajtájuk szerint (horzsolások, kaparások, horpadások, gyűrések ...)
- Az egyes károsodások keletkezésük szerint

Alakja, fajtája és keletkezése szerint egy-egy károsodásnak megfelelő ekvivalense kell, hogy legyen a másik járművön is, és fordítva.

A károsodások egymás közötti és összességükben történő összehasonlításával lehetővé válik a károsodások teljes egészében vett vagy csoportonkénti megerősítése vagy elvitatása. Ez már esetleg az elemzés tárgyát képező ütközés előtt is meglévő károsodások kizárását jelenti.

### **A HIPOTÉZIS FENNTARTHATÓSÁGÁNAK A BIZONYÍTÁSA**

**A tárgy kialakítása:**

A piacon vannak 3D tárgyak kialakítására alkalmas programok, és ezek leggyakrabban a tárgyak 3D nyomtatásának előkészítésére szolgálnak.

A programok egyike az Agisoft PhotoScan, illetve a fényképeken levő tárgyak fotogrammetriájára és vizualizálására szolgáló program. A program működésének előkészítését a tárgy megfelelő módon történő fényképezése vagy video-felvételezése képezi.

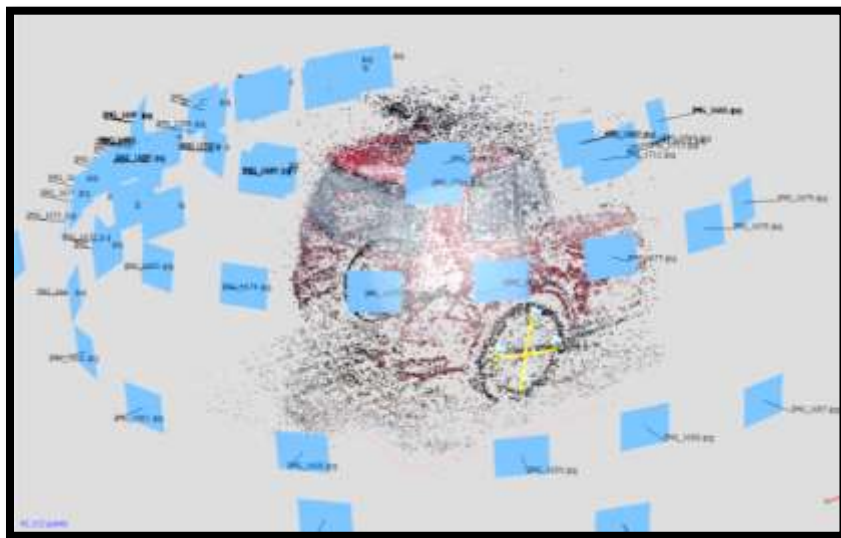
A megfelelő fényképek alapján a program megtalálja a közös pontokat, ezeket egységes 3D képbe köti össze, mint kulcspontokat, majd a fényképen levő egyéb elemekkel tölti ki őket, és a virtuális térben kialakítja a tárgyat (mintha gyúrmából lenne), ezt követően az ilyen tárgyat textúrával „vonja be”, azaz hozzáadja a színt és az egyéb látható elemeket.

A tárgy kialakításának a folyamata, azzal a feltétellel, hogy a járműnek csak a megkárosodott részét kell kidolgozni, az előkészülettől, a fényképezőgép fajtájától, a pixelszámtól, a számítógép felépítésétől stb. függ.

A tárgy fényképezése során a lehető legnagyobb mértékben ki kell iktatni a visszaverődést, a 3D model kidolgozásának alapjául szolgáló fénykép jó minőségének elérése érdekében.

A jelen dolgozatban található példák 10 és 48 óra közötti időtartamú számítógépes munkát igényeltek. Az alkalmazott szoftver szerzőjének ajánlata értelmében, a kialakítást elfogadható idő alatt befejező rendeltetésszerű számítógép ára valamivel kevesebb, mint 10000 euró. Magának a szoftvernek az ára 5000 euróig terjed.

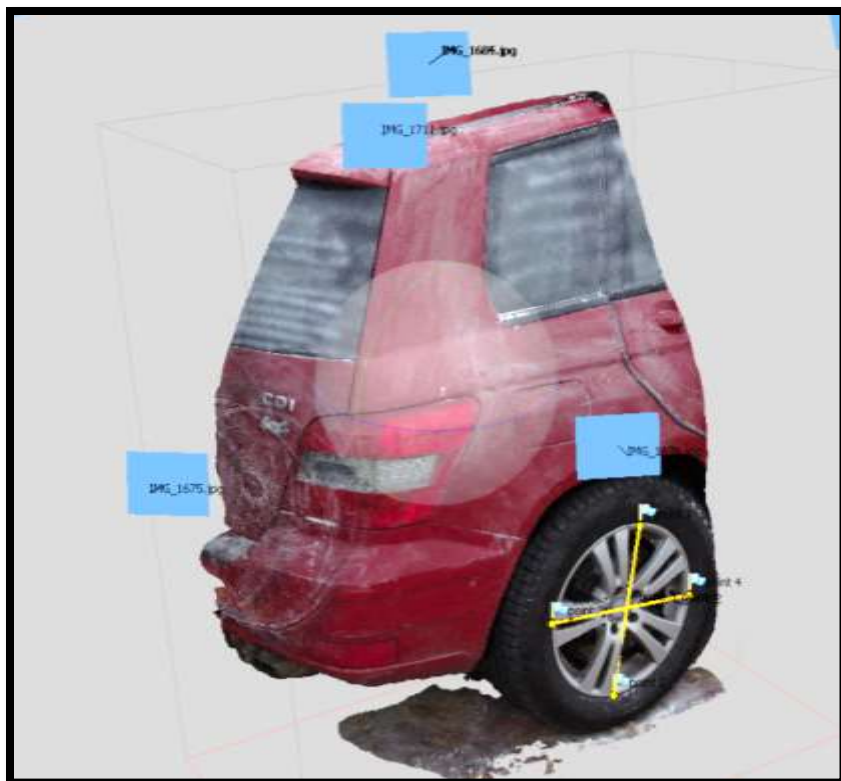
**Első lépés:** Align photos: a fényképek összeillesztése, a tárgy kulcspontjainak meghatározása érdekében



1. ábra – A tárgy kialakítása

**Második lépés:** Align 2.build dense cloud: a tárgy pontjainak kiszámítása az adott térben.





4. ábra – A tárgy kialakítása

### A tárgy exportálása:

A tárgy kialakítását követően a fájl megfelelő kiterjesztésének megváltoztatásával a tárgy olyan programba kerül át, amely több tárgyat tud befogadni, és amelyben el lehet végezni az összehasonlító elemzésre irányuló műveleteket, mint pl. (Virtual Crash (Point Cloud), AutoCad (Mash), 3Dmax (Mash)....).



5. ábra – Mash formátumú részletszint 3DMax-ban



**6. ábra – Point Cloud formátumú részletszint Virtual Crash 4-ben**

Ki kell hangsúlyozni, hogy a tárgy felületeinek végleges minősége a fényképezőgéptől, a fényképezés minőségétől (visszaverődés...), a fájl kiterjesztésétől, a tárgy formátumától (Mash vagy Point Cloud) és attól a programtól függ, amelybe a tárgy átkerül.

A szerző engedéllyel rendelkezik a Virtual Crash használatához, és a jogszerűség kontextusában kisebb „felbontású” programot használt.

A visszaverődés jelentős korlátozásnak számít, eliminációs jellegű, és ennek a problémának az egyszerű és hatékony megoldása nélkül lehetetlen a jármű tárgyainak a kialakítása. A megoldásnak olyannak kell lennie, hogy széleskörű használatban levő fényképezőgépekkel minőségi felvételt készíthet minden időjárási viszonyban, a visszaverődést csökkentő eszközök használata mellett. A fennforgó visszaverődési probléma megoldása kb. 2 hónapos kísérletezést igényelt. A Mercedes esetében egy, a Citroen esetében pedig egy másik eszköz segítségével született megoldás.

## **ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉS PÉLDÁJA**

Amikor szükség mutatkozik az összehasonlító elemzés iránt, a helyszínelés befejeződött, és a járművek már nem helyezkednek el az állítólagos ütközés színhelyén.

A gyakorlatban, gyanú fennforgása miatt, a biztosító különféle helyeken talál rá a járművekre és újrafényképezi őket, rögzíti az új nyomokat, amelyek részletesebbek és alkalmasabbak az összehasonlító elemzés elvégzésére.

Amennyiben ilyen alkalommal sor kerülne a nyomok afféle biztosítására, amely alkalmas lenne a jármű megkárosodott részének 3D kialakítására, lehetővé válna a károsodás vizuális 3D összehasonlító elemzése.

A jelen dolgozatban a szerzőnek nem állt rendelkezésére két megkárosodott jármű, ezért a sértetlen részek összehasonlító elemzésének a bemutatása következik.

Ez azt jelenti, hogy az olvasónak (ennél a példánál) elsősorban az összehasonlítás technikai lehetőségeire kell fordítania a figyelmét, nem pedig a járművek károsodásaira (mert nem léteznek).

A sértetlen járműveknek is megvan az alakjuk, és az ilyen alakok vizuálisan összehasonlíthatók.

A Virtual Crash 4-be átvitt két Point Cloud tárgy példája következik



### 7. ábra – A vizuális összehasonlító elemzés bemutatása

Az eljárás során számos kérdés merülhet fel, és bármennyire lényegtelennek, logikátlanoknak, vagy a feltett kérdéssel ellentétesnek is tűnnek, minden kérdést egyforma komolysággal kell megvitatni az indokolás értelmében.

A bemutatott vizuális hozzáállás lehetővé teszi, hogy a helyszínen vagy papír formában minden kérdésre megszülessen elsősorban a vizuális válasz, amellyel hatékonyan be lehet bizonyítani a tényeket (az igazságot).



**8. ábra – A vizuális összehasonlító elemzés bemutatása**

Az olvasó könnyen elképzelhet minden károsodást az egyik és a másik járművön egyaránt, és felidézheti az összehasonlítás lehetőségét, amely akkor válik teljessé, amikor megtörténik a sértetlen (mint az ábrán) és a megkárosodott járművek összehasonlítása.

A sértetlen járművek összehasonlításához nem mindig szükséges a modelláció, mint ahogy ez a 7. és 8. ábrán is látható, hanem a Virtual Crash 4 programban létezik bizonyos számú 3D modell, de vannak ingyenes vagy fizetős modell-honlapok is.

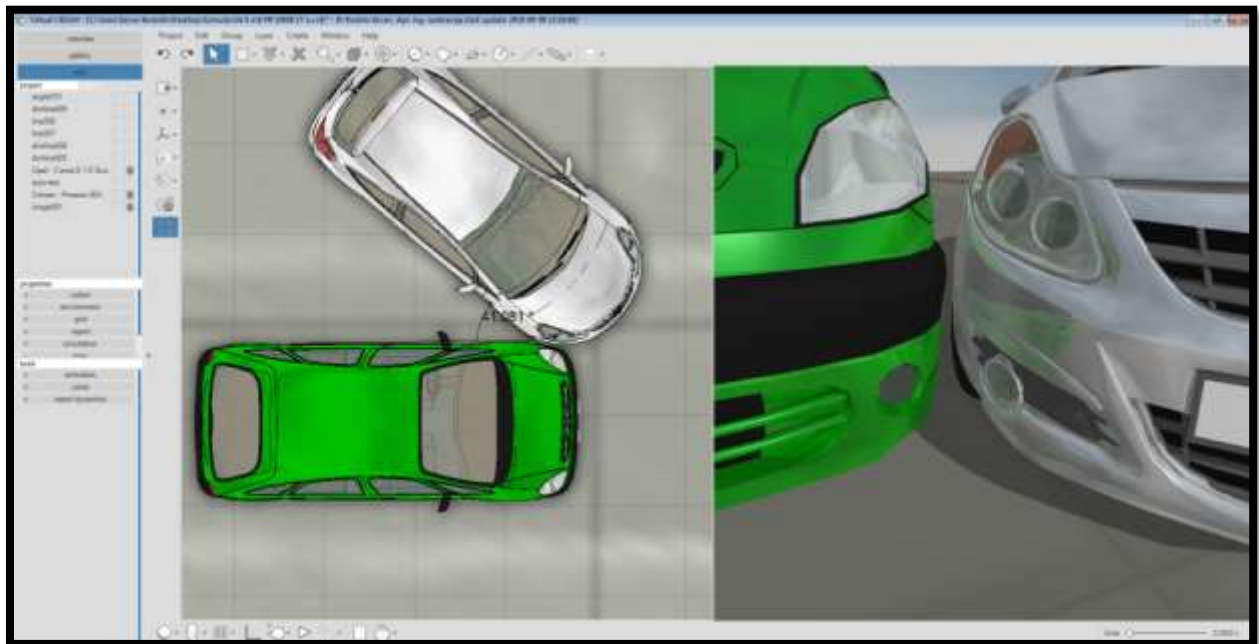
Valódi ütközésben megkárosodott járművek és a Virtual Crash 4 valódi modelljeinek példája következnek. A példa nem képezte összehasonlító elemzés tárgyát (színelt ütközés), hanem a jelen dolgozat témáját jól illusztráló példa.



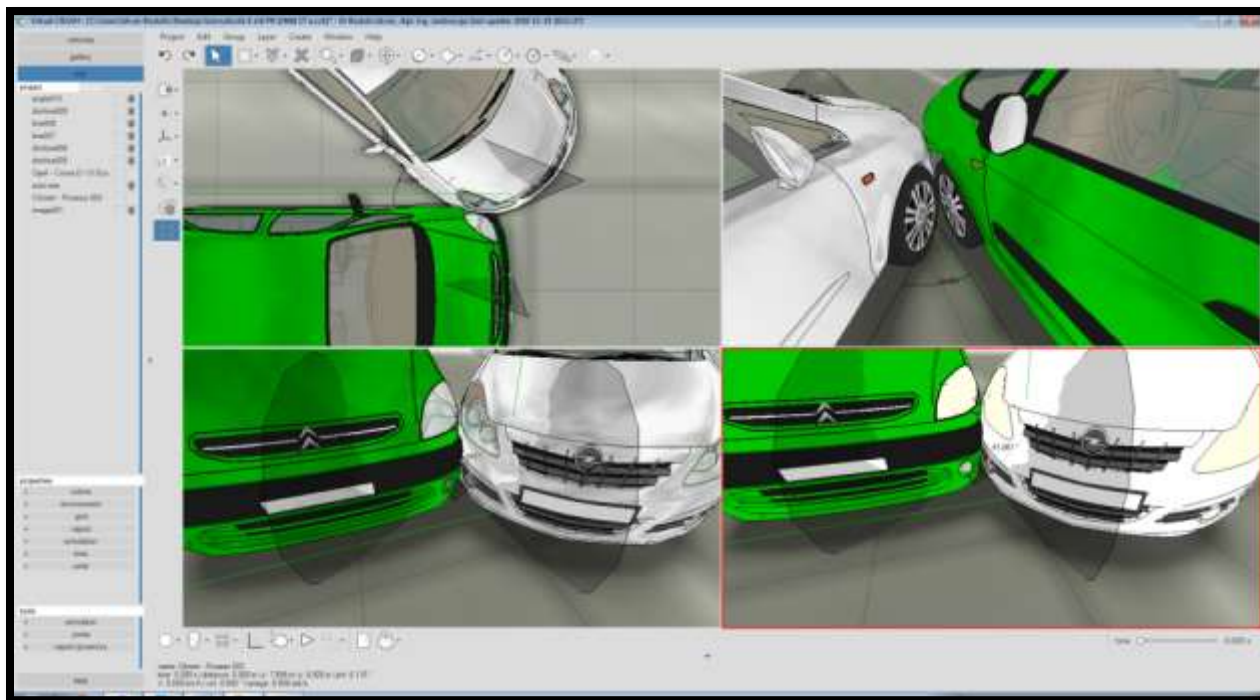
9. ábra – Károsodás az Opelen



10. ábra - Károsodás a Citroenon



11. ábra – A vizuális összehasonlító elemzés bemutatása



**12. ábra – A vizuális összehasonlító elemzés bemutatása**

Az Opel és a Citroen példája megerősíti, hogy van lehetőség vizuálisan is megcáfolni a károsodás hitelét.

### **A TOVÁBBI KUTATÁSOK IRÁNYVONALA (KILÁTÁSOK)**

1. Jelenleg a károsodások hagyományos összehasonlítását alkalmazzák, mérőrúd segítségével, a jármű haladási mechanizmusa, a szakértő tapasztalata és véleménye alapján.
2. Új előrelépést jelent a járműveken jelentkező károsodások 3D virtuális modellációja, amely újabb információkat és nem csupán az előző bekezdésben említett munkamódszer kiegészítését jelenti.
3. Az esetleg színlelt összeütközések végérvényes és bizonyos megállapítása a digitális forenzika módszereinek segítségével (Crash Cube, CDR, WIN Cube), amelyekkel megvizsgálható az elektronikus berendezések állása, majd a helyszínelési jegyzőkönyv alapján, az előző modellek (a hagyományos és a 3D virtuális modelláció) kombinálásával hiteles információ nyerhető a per tárgyról.

Az első módszer hagyományosan ismert, a másodikat a szerző fejlesztette ki, a harmadik pedig még nem alkalmas kommerciális jellegű alkalmazásra.