



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2021 00305**

(22) Data de depozit: **02/06/2021**

(41) Data publicării cererii:
30/12/2022 BOPI nr. **12/2022**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU FIZICA
MATERIALELOR (INCDFM),
STR.ATOMIȘTILOR, NR. 405A, CP.MG-7,
MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:
• **KUNCSEER ANDREI CRISTIAN,
STR.CHILIA-VECHE NR.7, BL.710, SC.A,
ET.5, AP.18, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **IACOB NICUȘOR, STR.URANUS, NR.42D,
VÂRTEJU- MĂGURELE, IF, RO;**
• **KUNCSEER VICTOR EUGEN,
STR. CHILIA-VECHE NR.7, BL.710, SC.A,
ET.5, AP.18, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO**

(54) **PROCEDEU DE INVESTIGARE AUTOMATĂ A UNOR
DISTRIBUȚII CARACTERISTICE FRAGMENTELOR
METALICE REZULTATE ÎN URMA EXPLOZIILOR**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de investigare automată a urmelor lăsate pe o suprafață de fragmente metalice (schije) rezultate în urma exploziilor. Procedeu conform invenției implică identificarea automată a poziției urmelor de schije și a dimensiunii lor, datele obținute fiind apoi sistematizate și reprezentate grafic sub formă de histogramme ale unor distribuții de probabilitate specifice, reprezentările grafice obținute fiind în directă corelație cu puterea și configurația geometrică a exploziei. Procedeu este efectuat cu ajutorul unor algoritmi implementați în Python.

Revendicări: 1

Figuri: 2

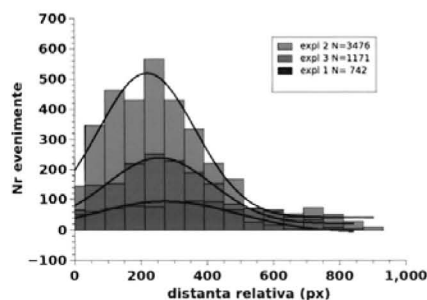


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Procedeu de investigare automata a unor distributii caracteristice fragmentelor metalice rezultate in urma exploziilor

Descriere

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2021 00 305
Data depozit	02 -06- 2021

Inventia se refera la o metoda de analiza a fragmentelor metalice rezultate in urma unor explozii si a urmelor lasate pe o suprafata data de catre acestea. Metoda are ca scop indicarea unor parametri de corelatie intre distributia spatiala de fragmente, distributia lor de dimensiune si caracteristicile dispozitivului exploziv. Inventia urmareste asigurarea unor noi mijloace de investigare in domeniul criminalisticii.

La ora actuala analiza probelor rezultate din explozii se realizeaza in urmatoarea succesiune de etape: i) identificarea centrului exploziei, ii) analiza resturilor prin varii tehnici chimice si spectroscopice precum cromatografie (in lichid sau gaz) si spectroscopie a mobilitatii ionilor [*Forensic Investigation of Explosions: A Review, Journal of Forensic Chemistry and Toxicology, G. S. Sodhi, J. Kaur, J. of Forensic Chemistry and Toxicology, Volume 5, 2019; Tracking the Terrorists: Identification of Explosive Residues in Post-Explosion Debris by LC/MS Methods, J. Yinon, X. Zhao, A. Gapeev, Vapour and Trace Detection of Explosives for Anti-Terrorism Purposes, vol 167, p 51-62, 2004*], iii) analiza daunelor cauzate. In urma unor astfel de analize se poate stabili originea tipului de explozibil folosit.

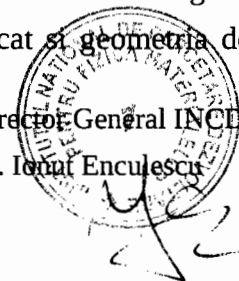
S-a aratat recent ca analiza leziunilor corporale produse de fragmentelor metalice rezultate in urma unei explozii reprezinta o alta modalitate promitatoare pentru identificarea tipului de dispozitiv exploziv [*Distribution characteristics of combat-related shrapnel and relationship to weapon type and conflict location: Experience of an operational field hospital, Sinan Akay et al, vol 24, p 587-593, 2018*].

Prezenta inventie face posibila obtinerea de informatii criminalistice aditionale asupra originii dispozitivelor explozibile prin analiza automata a imaginilor obtinute de la locul exploziei. Dupa cunostiinta autorilor, metodologia propusa nu a mai fost raportata si reprezinta o serie de avantaje:

- Foarte ieftina: nu implica infrastructura experimentală scumpă
- Rapida: pentru punerea ei in aplicare este nevoie doar de un set de imagini de la locul exploziei
- Precisa: prin aplicarea metodei se obtine un set de parametri ce pot fi legati biunivoc de caracteristicile dispozitivului exploziv. Acesti parametri se preteaza spre a fi inclusi intr-o baza de date.

Metodologia propusa implica o serie de etape. Prima etapa consta in obtinerea de imagini cu urme de schije de la locul exploziei. Se analizeaza atat suprafata cu urme cat si geometria detonatiei,

Director General INCDFM
Dr. Ionuț Enculescu



Procedeu de investigare automata a unor distributii caracteristice fragmentelor metalice rezultate in urma exploziilor

avandu-se in vedere inclusiv stabilirea distantei de la centrul exploziei la suprafata pe care s-au gasit urmele. Imaginile sunt apoi prelucrate in sensul pregatirii lor pentru o analiza automata (contrast imbunatatit, trunchieri, conversia in nuante de gri etc).

Metoda de analiza automata presupune folosirea unor algoritmi implementati in Python. Imaginile sunt segmentate dupa nivele de gri. Urmele de schije sunt identificate pe baza unui algoritm de tip flood-fill modificat. Suprafata si pozitia centrului de masa sunt calculate pentru fiecare urma de schija identificata.

Folosind datele despre suprafata si pozitie, sunt generate doua tipuri de distributii: I) distributia de distante intre toate perechile de urme de schije, II) distributia de suprafete a urmelor. Fitarea distributiilor cu functie Gausiana $y_g = y_{0g} + A1 * \sqrt{2/PI} / w * \exp(-2 * ((x-xc)/w)^2)$, pentru distributia de distante, precum si cu functie exponentiala $y_e = y_{0e} + A2 * \exp(-x/t)$, pentru distributia de suprafete, ofera setul de parametri $A1, w, xc, A2, t$, in directa corelatie cu caracteristicile dispozitivului exploziv folosit. In ecuatiile de mai sus $A1$ reprezinta aria distributiei de distante (in pixeli-px), w reprezinta semilargimea distributiei (in px), xc reprezinta pozitia maximului (in px), $A2$ reprezinta amplitudinea functiei (intre $x=0$ si asimptota $y=0$), t este parametrul de foldare in px^2 si x este variabila curenta din functia de probabilitate (distanța curenta între urmele unei perechi de fragmente in px sau aria fragmentului curent in px^2).

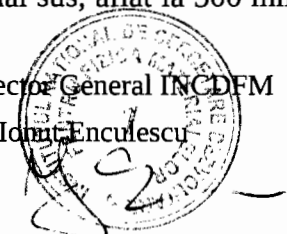
In continuare, se prezinta cateva exemple de aplicabilitate a programului in cazul unui dispozitiv exploziv constand dintr-un cilindru de otel martensitic cu lungimea de 100 mm, diametrul interior de 36 mm si diametrul exterior 40 mm, umplut cu exploziv plastic.

Exemplul 1. Metodologia descrisa a fost folosita pentru caracterizarea unei distributii de schije rezultate in urma detonarii dispozitivului exploziv aflat la 500 mm de suprafata solului (Fig1, Fig2, graficele albastre). Urmele de schije au fost observate pe 3 panouri pozitionate la 3 m de locul exploziei. In urma analizei a fost obtinut urmatorul set de parametri:

$$\begin{aligned} A1(px) &= 5.64e+04 \pm 1.28e+04 \\ w(px) &= 4.41e+02 \pm 6.56e+01 \\ A2 &= 3.59e+01 \pm 3.29e+00 \\ t(px^2) &= 6.71e+00 \pm 9.75e-01 \end{aligned}$$

Exemplul 2. Metodologia descrisa a fost folosita pentru caracterizarea unei distributii de schije rezultate in urma detonarii aceluasi tip de dispozitiv exploziv descris mai sus, aflat la 500 mm de

Director General INCDFM
Dr. Idmit Enculescu



**Procedeu de investigare automata a unor distributii caracteristice fragmentelor metalice
rezultate in urma exploziilor**

suprafata solului (Fig1, Fig2, graficele rosii). Urmele de schije au fost observate pe 3 panouri positionate la **2 m** de locul exploziei. In urma analizei a fost obtinut urmatorul set de parametri:

$$\begin{aligned} A_1(px) &= 1.75e+05 \pm 1.48e+04 \\ w(px) &= 2.92e+02 \pm 2.14e+01 \\ A_2 &= 3.40e+01 \pm 4.08e+00 \\ t(px^2) &= 1.06e+01 \pm 2.25e+00 \end{aligned}$$

Exemplul 3. Metodologia descrisa a fost folosita pentru caracterizarea unei distributii de schije rezultate in urma detonarii unui dispozitiv exploziv aflat la 500 mm de suprafata solului (Fig1, Fig2, graficele verzi). Urmele de schije au fost observate pe 3 panouri positionate la **2 m** de locul exploziei. Diferenta fata Exemplul 2 consta in folosirea unei carcasi de metal diferita (striata) a dispozitivului exploziv.

In urma analizei a fost obtinut urmatorul set de parametri:

$$\begin{aligned} A_1(px) &= 8.59e+04 \pm 7.78e+03 \\ w(px) &= 3.15e+02 \pm 2.23e+01 \\ A_2 &= 6.14e+01 \pm 6.99e+00 \\ t(px^2) &= 4.54e+00 \pm 8.52e-01 \end{aligned}$$

Parametri obtinuti reflecta caracteristicile dispozitivului exploziv folosit. In cazul urmelor analizate la aceeasi distanta de locul exploziei (exemplul 2 si respectiv 3) si folosind aceeasi cantitate de explozibil, se observa ca dispozitivul cu carcasa striata produce un numar mai mare de schije (parametrul A1 mai mic) de dimensiuni mai mici (parametrul A2, ce corespunde dimensiunilor foarte mici de suprafete este mai mare), comparativ cu cazul carcasei netede. Pe de alta parte, in cazul carcasei striate, se observa o scadere mai accentuata a distributiei spre dimensiuni mai mari (parametrul t mai mic), indicand o distributie mult mai ingusta de dimensiuni, ceea ce este si de asteptat data fiind probabilitatea mai mare de rupere pe urmele striatiilor, rezultand fragmente de dimensiuni apropiate.

Pe de alta parte, comparand exemplul 1 si respectiv 2, implicand acelasi tip de carcasa, aceeasi cantitate de explozibil, dar distante diferite intre locul deflagratiei si panourile de analiza, se observa un numar mult mai mic de fragmente inregistrate pe panou (A1 mai mic) pentru explozia efectuata la 3 m de panou fata de cea efectuata la 2 m, o imprastiere unghiulara a fragmentelor mult mai uniforma in primul caz (w mai mare) precum si o imprastiere a suprafetelor mult mai mica (t mai mic).

Director General INCDEM
Dr. Ionuț Eneulescu

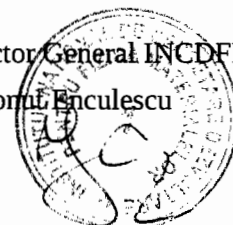


**Procedeu de investigare automata a unor distributii caracteristice fragmentelor metalice
rezultate in urma exploziilor**

Revendicari:

1. O noua metodologie de identificare a caracteristicilor unei explozii urmand un procedeu de tip AI (Artificial Intelligence), caracterizat prin urmatoarea succesiune de etape: (i) analiza de poze obtinute la locul exploziei, (ii) identificarea centrului exploziei si a geoteriei locului, (iii) identificarea urmelor lasate de fragmente metalice pe o suprafata, (iv) stabilirea pozitiilor si dimensiunilor urmelor de fragmente in imaginile colectate, (v) sistematizarea datelor in histograme si fitarea acestora cu distributii de probabilitate asociate, in vederea extragerii parametrilor specifici, (vi) corelarea parametrilor specifici distributiilor de probabilitate cu caracteristicile dispozitivului exploziv.

Director General INCDFM
Dr. Ionuț Enculescu



Procedeu de investigare automata a unor distributii caracteristice fragmentelor metalice rezultate in urma exploziilor

Figuri

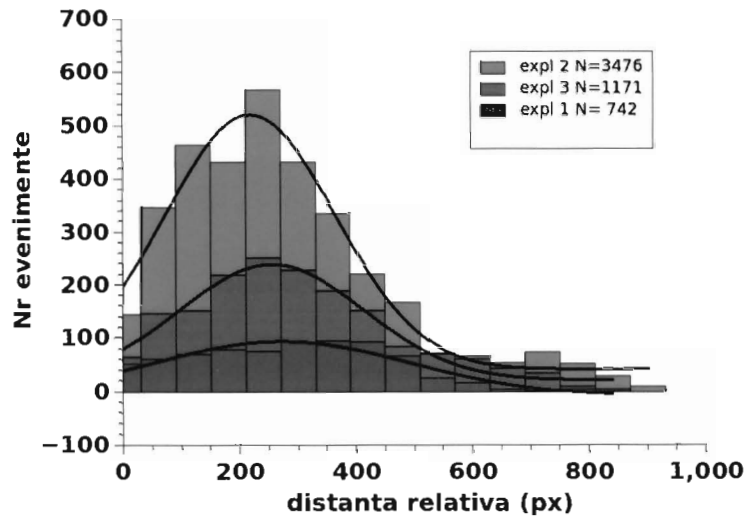


Fig1. Distribuția de distanțe între perechi de schije, obținută conform metodologiei pentru cele 3 situații descrise în exemple, respectiv: albastru-exemplul 1, roșu-exemplul, verde-exemplul 3

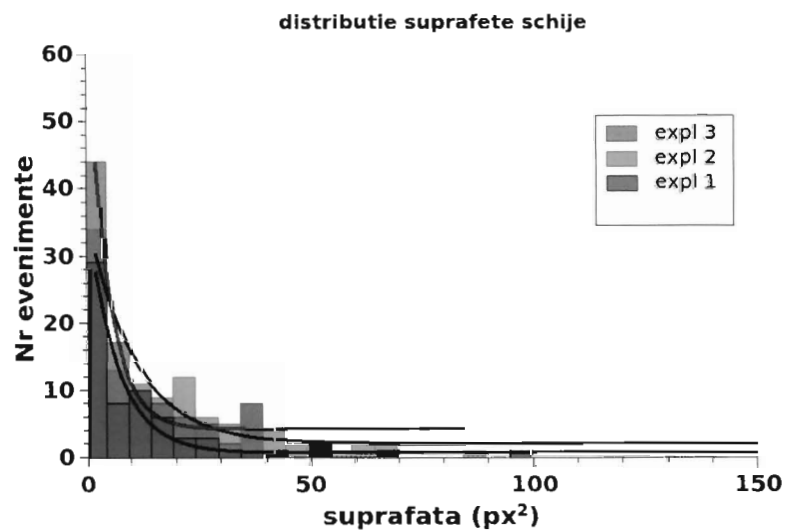


Fig1. Distribuția dimensiunii de schije pentru cele 3 situații descrise în exemple, respectiv: albastru-exemplul 1, roșu-exemplul, verde-exemplul 3

Director General INCDFM
Dr. Ionuț Enculescu

