

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2023 00509

(22) Data de depozit: 18/09/2023

(41) Data publicării cererii:  
28/06/2024 BOPI nr. 6/2024

(71) Solicitant:  
• ROBOTICS.AI S.R.L.,  
STR.BIS. ORTODOXE, NR.11,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:  
• MOLNAR SZILARD, STR.BERZEI, NR.10,  
SFÂNTU- GHEORGHE, CV, RO;  
• TAMAS LEVENTE,  
STR.BISERICII ORTODOXE, NR.18,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) METODĂ PENTRU CREAREA UNUI SET DE DATE PRIN  
REPROIECTAREA FRUNZELOR PENTRU ANTRENAREA  
REȚELELOR NEURONALE UTILIZATE ÎN DETECTAREA  
BOLILOR ÎN VITICULTURĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de creare a unui set de date pentru antrenarea rețelelor neuronale utilizate în detectarea bolilor în viticultură. Metoda conform invenției constă în:

- proiectarea de frunze bolnave adnotate în condiții de laborator, cu o precizie ridicată,
- antrenarea unei rețele neuronale folosind datele adnotate, create automat, și
- utilizarea modelului antrenat pentru detecția bolilor în poze preluate din mediul real.

Revendicări: 1  
Figuri: 6

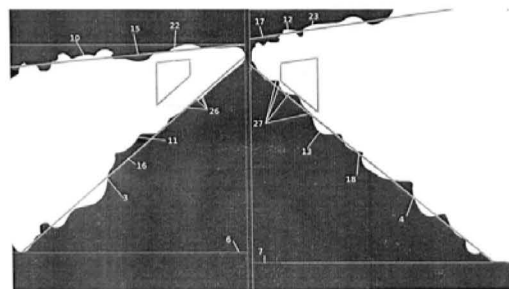
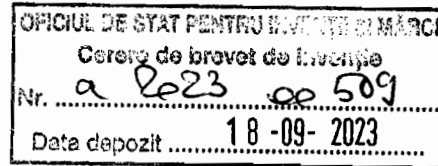


Fig. 1





**METODĂ PENTRU CREAREA UNUI SET DE DATE PRIN  
REPROIECTAREA FRUNZELOR PENTRU ANTRENAREA  
REȚELELOR NEURONALE UTILIZATE ÎN DETECTAREA  
BOLILOR ÎN VITICULTURĂ**

[0001] Invenția se referă la crearea automată a unui set de date folosit pentru detectarea bolilor. Setul de date descris în această invenție este destinat pentru antrenarea metodelor bazate pe rețele neuronale. Invenția descrie o metodă prin care inserăm frunze bolnave pe imagini cu aparatul foliar de viță de vie sănătoși prin reproiectare și transformări de mărime, formă și culoare. Invenția reduce munca manuală necesară pentru crearea unui set de date și adnotarea lui pentru antrenarea unui algoritmu bazat pe rețele neuronale. Setul de date obținut poate fi aplicat pentru detecția bolilor în horticoltură folosind roboți mobili.

[0002] Bazele învățării profunde și învățării automate constă în construirea unui mediu de învățare în care dispozitivul computațional este lăsat să estimeze un model matematic care descrie legăturile dintre elementele prezente în mediul definit. În acest caz, din partea operatorului un efort mai mare este alocat pentru descrierea mediului decât pentru efectuarea calculelor în sine. În câteva aplicații, descrierea mediului înseamnă adnotarea manuală a datelor de antrenare, care durează o perioadă de timp semnificativă. De asemenea, adnotarea manuală are potentialul să introducă erori arbitrare în datele care sunt considerate adevărate. În viticultura de precizie, comunitatea de cercetare are nevoie de mai multe date decât sunt accesibile în acest moment. Majoritatea lucrărilor în acest domeniu încep cu procedeul de creare a setului de date, în loc să descrie metoda inventată. Acesta este un indicator că fiecare cercetător alocă un timp semnificativ în acest procedeu. O metodă care accelerează procesul de creare a seturilor de date adnotate ajută cercetătorii să

se concentreze pe crearea și îmbunătățirea algoritmilor de inteligență artificială astfel reducând timpul de lucru.

[0003] În [6] autorii propun un robot pe care sunt montate o cameră stereo și o lumină stroboscopică. Folosind imagini stereo, prin găsirea corespondențelor punctelor cheie între imagini și modelare tridimensională, metoda descrisă estimează orientarea frunzelor. Metoda ar fi de folos pentru detecția frunzelor și estimarea matricilor de transformare pentru o frunză nou introdusă.

[0004] În [7] autorii calculează informații relevante pentru o imagine dată. Aceste informații sunt folosite pentru estimarea caracteristicilor numite "pixel shader". Noutatea în această metodă este faptul că detectează "shader-ul" pentru prima imagine dintr-un videoclip iar pentru următoarele imagini detectează puncte cheie. Aceste puncte cheie sunt folosite pentru a reprojeta "shader-urile" calculate anterior pe imaginea curentă. Astfel, timpul de procesare a unui videoclip este mult redus.

[0005] În [1] autorii propun un algoritm de modelare 3 dimensională, care folosește scheletonizare pentru a estima structura unei plante sau aparatul foliar al plantei. Această metodă este bazată pe cunoștințe din botanică. Astfel, organele verzi și uscate ale vitei de vie sunt generate mult mai realistic. După estimarea structurii elementelor lemnoase, aparatul foliar poate fi reprojetat pe modelul creat. În urma reprojecției rezultă o plantă care arată similar cu cea originală, dar care poate fi modificată în 3 dimensiuni.

[0006] În [7] autorii propun o metodă care analizează un set de date și caută perechi de imagini. Gruparea perechilor este bazată pe suprapuneri. Este posibil ca mai multe imagini să conțină aceeași informație despre același obiect, adică părți suprapuse. Detectând suprapunerile, metoda propusă sintetizează aceste imagini

suprapuse într-o imagine mai mare.

[0007] În [ ] autorii detectează un anumit obiect într-o imagine, sau într-un video (secvență de imagini). Apoi metoda înlocuiește obiectul selectat cu un alt obiect. Obiectul inserat este modificat astfel încât să pară că acesta aparține pozei. Această metodă este descrisă în general și nu este aplicată în domeniul viticulturii de precizie, unde este nevoia de transformări mai specifice.

[0008] În [ ] autorii propun un dispozitiv, care folosește tehnologia LiDAR și algoritmul Principal Component Analysis pentru analizarea mișcărilor plantelor, mai ales orientarea frunzelor. Informația calculată apoi este folosită pentru construirea unui octree 3 dimensional.

[0009] Avem nevoie de o metodă care scade timpul necesar de adnotare de către operator, transferând sarcinile spre un sistem automat. Metoda propusă asigură o procedură de adnotare mai precisă și mai robustă decât varianta unui operator uman. De asemenea, metoda furnizează seturi de date necesare în domeniul viticulturii de precizie.

[0010] În continuare precizăm aspectele necesare pentru a avea o soluție.

[0011] Un rezultat al acestei invenții este crearea unui set de date adnotat pentru viticultura de precizie, într-un fel în care nevoia de muncă manuală este minimă. Această invenție descrie fluxul de date pentru procedura de adnotare manuală a datelor, care accelerează drastic procesul de cercetare în domeniul: viziune artificială pentru horticultură.

[0012] Un alt obiectiv al acestei invenții este creșterea preciziei și a acuratetei pentru adnotarea setului de date. Reducând factorul uman folosind o metodă de

generare de date sintetice rezultă totodată o adnotare mai corectă a datelor.

[0013] Pentru o înțelegere mai completă a invenției, sunt prezentate următoarele figuri:

[0014] FIG. 1 este un exemplu pentru a înțelege segmentele și liniile folosite pentru metoda descrisă;

[0015] FIG. 2 este un exemplu pentru fluxul de date necesar ca să modificăm o imagine;

[0016] FIG. 3 arată în detaliu trapezoidul care are forma imaginii despre frunza nouă inserată;

[0017] FIG. 4 prezintă un exemplu despre frunzele reproiectate;

[0018] FIG. 5 prezintă un caz de utilizare exemplar, unde invenția oferă avantaje;

[0019] FIG. 6 prezintă un exemplu de frunză cu boală (în acest caz putregai negru).

[0020] Imaginile din FIG. 1 și FIG. 2, ilustrează un exemplu de aranjamente pentru o variantă aleasă. În FIG. 2 se poate vedea fluxul de date folosit pentru obținerea informațiilor din FIG. 1. În primul rând, imaginea de intrare [1] este procesată de către un bloc de segmentare al aparatului foliar [2], rezultând o mască ceea ce indică locația aparatului foliar pe imaginea: [3] și [4]. [5] împarte [1] în imagini mai mici, [6] și [7], unde fiecare imagine mai mică conține numai un singur bloc monoton dintr-o suprafață foliară. Inserția frunzelor este rulată pentru fiecare astfel de bloc în bucla [8]. Apoi, folosind [9], se pot citi punctele de extreme pe partea superioară și pe partea inferioară a suprafeței foliare: [10], [11], [12], [13]. Folosind [14], se poate aproxima o linie dreaptă folosind aceste puncte extreme: [15], [16], [17], [18]. Cu

[19] se calculează un trapezoid, care reprezintă o frunză nouă.

[0021] Folosind [20], mărimea frunzei este definită, după care, [21] atribuie un punct de centru pentru frunza din zona foliară: [22], [23]. (Atribuirea punctului de centru poate fi definită și de către un bloc [24] care detectează frunzele sănătoase. În acest sens, metoda schimbă frunza sănătoasă pentru o frunză bolnavă). Folosind punctul central, ecuații de linii, și mărimea frunzei ([25]), pot fi obținute coordonatele celor patru colțuri: [26], [27]. Frunza nouă, care este citită de [28], trebuie să fie transformată, cu [29], folosind colțurile calculate. În plus, aproximarea histogramei pentru corecție de culoare este folosită astfel încât frunza inserată să fie similară cu frunzele din coronamentul original original. Pentru a putea insera imaginea creată (mai mică) [30] în cea originală se calculează coordonatele etichetei, [31]. Conversia coordonatelor [32] este urmată de către amestecarea imaginilor mai mici și imaginile originale. La final, eticheta [33] este salvată și imaginea modificată [34].

[0022] Pentru fiecare din imaginile mai mici putem insera mai multe frunze bolnave, după necesitate, repetând bucla [35]. Frunza inserată trebuie să fie potrivită cu celelalte frunze în mărime dar și în culoare prin potrivirea histogramei.

[0023] Aranjamentul din FIG. 3 prezintă o forină trapezoidală care trebuie să fie forma frunzei inserată după o transformare folosind patru puncte: punctul dreapta sus, A1 [36], punctul stânga sus, A2 [37], punctul stânga jos, A3 [38], punctul dreapta jos, A4 [39]. De asemenea, în FIG. 3 o înălțime și o lățime aproximativă a frunzei nou inserate sunt prezentate: înălțimea frunzei nouă inserată [40], lățimea frunzei nouă inserată [41].

[0024] Poza din FIG. 4 prezintă o variantă generată. În FIG. 4, sunt prezentate frunze bolnave inserate într-o imagine, dintre care câteva sunt etichetate pentru o

prezentare mai bună: frunzele reproiectate [42].

[0025] Coordonatele colțurilor frunzei transformate [36], [37], [38], [39] sunt calculate folosind ecuațiile de mai jos (1), (2), (3), (4):

$$A_{x1} = x_0 + \frac{w}{2}; A_{y1} = y_0 - \frac{h}{2} + \frac{y_1 w}{2x_1} \quad (1)$$

$$A_{x2} = x_0 - \frac{w}{2}; A_{y2} = y_0 - \frac{h}{2} - \frac{y_1 w}{2x_1} \quad (2)$$

$$A_{x3} = x_0 - \frac{w}{2}; A_{y3} = y_0 + \frac{h}{2} - \frac{y_2 w}{2x_2} \quad (3)$$

$$A_{x4} = x_0 + \frac{w}{2}; A_{y4} = y_0 + \frac{h}{2} + \frac{y_2 w}{2x_2} \quad (4)$$

unde  $x_0, y_0$  sunt punctele centrale ale frunzei,  $x_1, y_1, x_2, y_2$  sunt componentele vectoriale ale liniilor superioare și inferioare, iar  $w, h$  sunt lățimea și înălțimea frunzei.

[0026] Coordonatele punctului central și mărimea casetei de încadrare aparțin etichetei frunzei, și trebuie să fie salvate într-un fișier separat pentru fiecare imagine.

[0027] FIG. 5 prezintă un caz posibil de utilizare, unde invenția descrisă aduce avantaje și crește productivitatea. FIG. 5 prezintă o vie [43] unde un sistem interconectat cu mai multe dispozitive este situat, de exemplu: cameră fixată [44], cameră montată pe un robot de sol [45], cameră montată pe un vehicul aerian [46], operatorul [47], și serverul computațional [48]. Invenția curentă nu este limitată prin orice mijloace de aranjament prezent în FIG. 5, unde serverul computațional [48] poate fi reprezentat ca un dispozitiv, care este capabil de procesarea informației într-o perioadă de timp adecvată și convenientă.

[0028] Aranjamentul frunză cu boală (putregai negru) [49] din FIG. 6 prezintă un aranjament exemplar de întruchipare preferată. În FIG. 6, este prezentat un exemplu de frunză bolnavă care a fost inserată într-o imagine. În FIG. 6 se prezintă o frunză

cu boală (putregai negru) [49]. Alte exemple de boli ale viței de vie sunt: făinarea, mana, putregaiul cenușiu, excorioza, apoplexia și antracnoza, însă aceste boli pot coincide în mod generic și la alte specii horticole..

[0029] Se va vedea astfel că obiectivele expuse mai sus, dintre cele remarcate din descrierea precedentă, sunt atinse eficient și, deoarece pot fi făcute anumite modificări în realizarea metodei de mai sus și în construcția(e) expusă(e) fără a se îndepărta de spiritul și scopul invenției, se intenționează ca toate elementele conținute în descrierea de mai sus și prezentate în desenele însoțitoare să fie interpretate ca ilustrative și nu într-un sens limitativ.



## Referințe

- [1] Jérôme Guénard, Géraldine Morin, Frédéric Boudon, and Vincent Charvillat. “Realistic Plant Modeling from Images Based on Analysis-by-Synthesis”. In: *Mathematical Methods for Curves and Surfaces: 8th International Conference, MMCS 2012, Oslo, Norway, June 28–July 3, 2012, Revised Selected Papers 8*. Springer, 2014, pages 213–229 (cited on page 2).
- [2] Mónica Herrero-Huerta, Roderik Lindenbergh, and Wolfgang Gard. “Leaf Movements of Indoor Plants Monitored by Terrestrial LiDAR”. In: *Frontiers in Plant Science* 9 (2018), page 189 (cited on page 3).
- [3] David M. Ludwigsen, Dirk Dewar Brown, Robert John Glassett, Jason Griffith, and Mark Bradshaw. “Method of Identifying And Replacing an Object or Area in a Digital Image with Another Object or Area”. U.S. patent US9754166B2. 2017 (cited on page 3).
- [4] Diego F. Nehab, Pedro V. Sander, Jason Lawrence, Natalya Tatarchuk, and John Isidoro. “Accelerating Real-Time Shading with Reverse Reprojection Caching”. In: *Proceedings of the ACM SIGGRAPH/EUROGRAPHICS Conference on Graphics Hardware 2007, San Diego, California, USA, August 4-5, 2007*. Edited by Mark Segal and Timo Aila. Eurographics Association, 2007, pages 25–35 (cited on page 2).

- [5] Hideo Takiguchi, Kotaro Yano, Tatsushi Katayama, Fumiaki Takahashi, Kenji Hatori, et al. "Image synthesization method". USOO7366360B2. 2008 (cited on page 2).
- [6] Lirong Xiang, Jingyao Gai, Yin Bao, Jianming Yu, Patrick S. Schuabli, et al. "Field-based robotic leaf angle detection and characterization of maize plants using stereo vision and deep convolutional neural networks". In: *Journal of Field Robotics* (2023), pages 1–20 (cited on page 2).

## Revendicări

1. Metoda de crearea setului de date pentru detecția bolilor în horticultură prin antrenarea unui model de rețele profunde caracterizat prin aceea că:
  - a) se proiectează frunze bolnave adnotate în condiții de laborator cu o precizie ridicată
  - b) antrenarea rețelei folosind datele adnotate create automat
  - c) utilizarea modelului antrenat pentru detecția bolilor în poze reluate din mediul real

Metodă pentru crearea unui set de date prin reproiectarea frunzelor pentru antrenarea rețelelor neuronale utilizate în detectarea bolilor în viticultură  
 Szilárd Molnár et al.

16

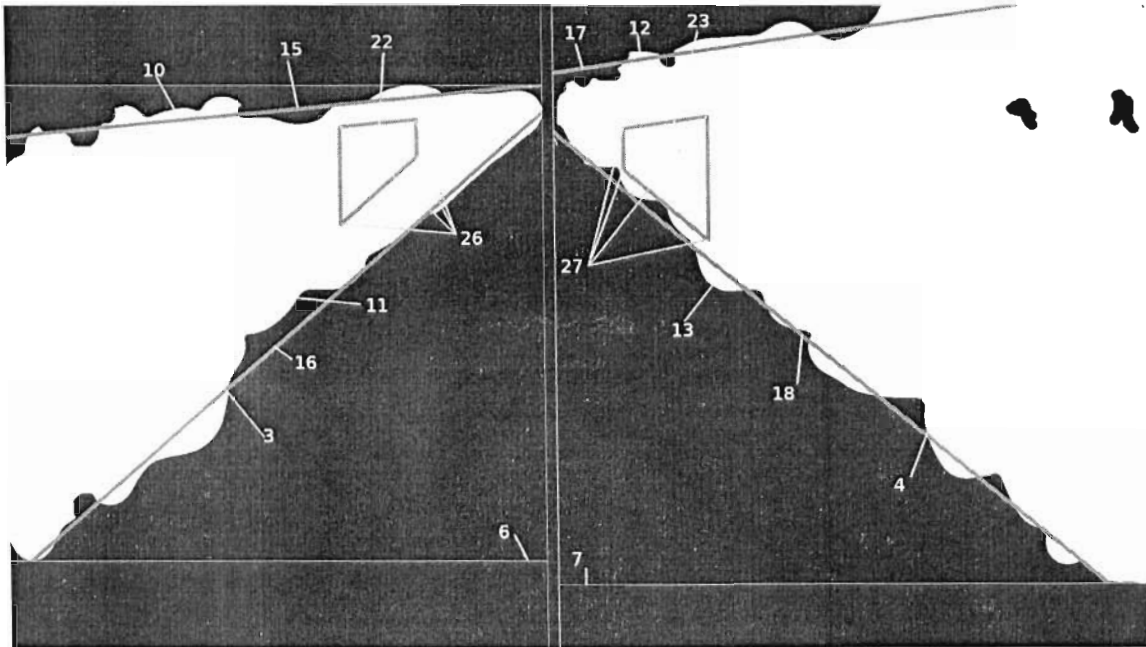


FIG. 1

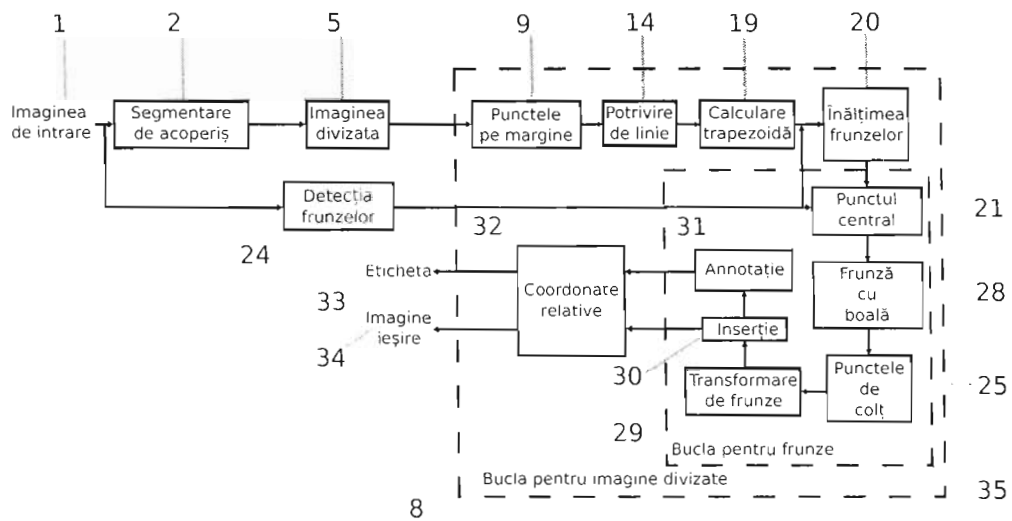


FIG. 2

Metodă pentru crearea unui set de date prin reproiectarea formelor pentru antrenarea rețelelor neuronale utilizate  
în detectarea bolilor în viticultură  
Szilárd Molnár et al.

2/6

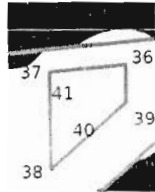


FIG. 3



FIG. 1

Metoda pentru crearea unui set de date prin reproiectarea frunzelor pentru antrenarea rețelelor neuronale utilizate  
în detectarea bolilor în viticultură  
Szilárd Molnár et al.

3/6

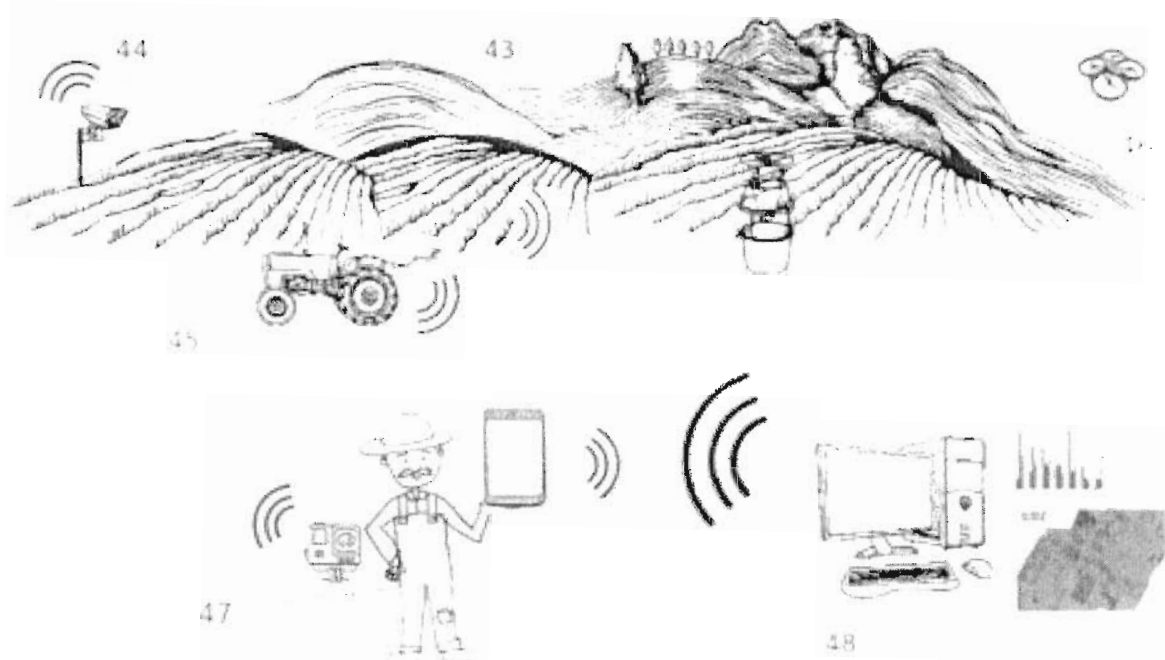


FIG. 5

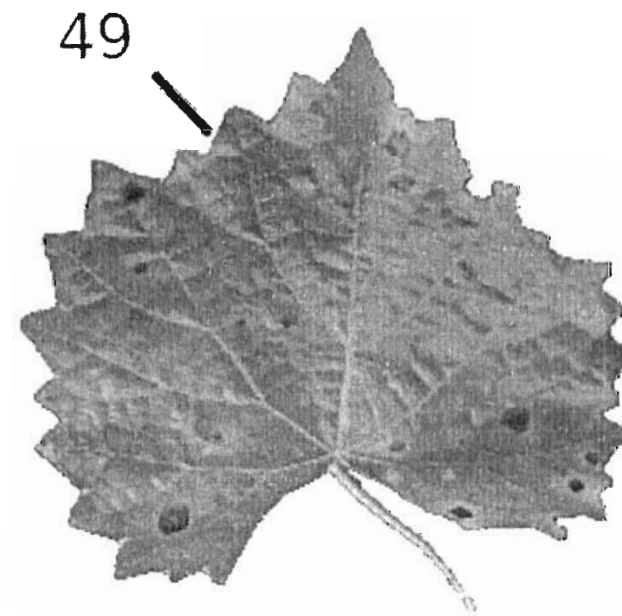


FIG. 6