

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2020-197

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **06.04.2020**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **06.10.2021**

(Věstník č. 40/2021)

A01G 23/04 (2006.01)

B07C 5/10 (2006.01)

B07C 5/34 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, CZ
DENESA s.r.o., Holešov, CZ
LESCUS Cetkovice, s.r.o., Cetkovice, CZ

(72) Původce:
doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D., Holešov, CZ
Ing. Petr Chalupa, Ph.D., Zlín, Příluky, CZ
Ing. Jakub Novák, Ph.D., Zlín, CZ
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc., Zlín, CZ
Ing. Václav Lecián, Holešov, CZ
Ing. Josef Samek, Holešov, Všetuly, CZ
Ing. Martin Rozmánek, Uhřice, CZ
Ing. Aleš Bárta, Sudice, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Jan Görig, Korábová 98, 763 16 Fryšták, Horní
Ves

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob třídění krytokořenných sazenic
lesních dřevin**

(57) Anotace:
Způsob třídění krytokořenných sazenic spočívá v tom, že se nejprve pořídí každým z dvojice kamerových systémů vzájemně orientovaných v úhlu 60° až 120° dva obrazy hodnocené sazenice - obraz celé sazenice a detail jejího kořenového krčku. Obrazy celé sazenice se převedou na binární obrazy, z nichž se jednak přímo vyhodnotí výška sazenice a které se zároveň pomocí matematické morfologie s binárními snímky a skeletonizace převedou na vektorový model k vyhodnocení stavby sadebního materiálu. Obrazy kořenového krčku se pomocí prahování převedou na binární snímek a měřením počtu pixelů v oblasti nad zemí se určí průměr krčku. Takto je každá sazenice individuálně vyhodnocena dvěma pohledy na celou sazenici a dvěma pohledy na krček sazenice a na základě zjištěných parametrů zařazena do příslušné třídy.

Způsob třídění krytokořenných sazenic lesních dřevin

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu třídění krytokořenných sazenic lesních dřevin, založeného na pořízení a zpracování obrazu z kamerového systému.

10 Dosavadní stav techniky

V posledních několika letech se začínají používat nové progresivní metody pěstování lesních sazenic v kontejnerech (sadbobačích). Mezi hlavní přednosti této krytokořenné technologie patří vyšší výpěstnost z osiva lesních dřevin, zkrácená doba pěstování od výsevu po výsadbu v lesní školce, ale hlavně téměř bezztrátová ujmavost kontejnerovaných lesních sazenic. Při tradičním třídění krytokořenných sazenic jsou jednotlivé sazenice ručně změřeny a ohodnoceny. Vzhled a rozměry každé sazenice jsou vizuálně zkontrolovány pracovníky školky. Rychlost a přesnost tohoto procesu manuálního třídění nesplňuje požadavky kladené na moderní lesnické školky. Požadavky na sadební materiál jsou jednoznačně definovány v normě ČSN 482115. Mezi základní parametry, které ovlivňují budoucí růst a ujmoutí sazenice patří: charakteristika nadzemní části (výška sazenice, průměr krčku, morfologická stavba) a charakteristika podzemní části (kvalita kořenového systému). Na základě těchto kritérií jsou sazenice klasifikovány do tříd A, B a C. Třídy A a B se liší pouze požadavky na minimální velikost sazenice a průměr kořenového krčku a třída C reprezentuje sazenice s vadami (malé sazenice, sazenice s deformovanou stavbou, více sazenic v buňce sadbobače).

V technické praxi se v oblasti průmyslových technologií obecně objevuje trend nahrazení ruční práce mechanizací, především z důvodu úspor a klesajícím počtem zaměstnanců. I u procesů třídění přibývá mechanizace se strojovým viděním. Z patentu ČR 308015 je např. známo autonomní zařízení pro rozpoznávání obrazu zahrnující pouzdro, v němž je uložen kamerový blok s obrazovým senzorem a procesní blok s nejméně jednou procesní jednotkou. Oba tyto bloky jsou vzájemně odděleny tepelně izolační přepážkou, přičemž kamerový blok a procesní blok jsou signálově spojeny spojovacím prvkem a elektricky napájeny. Toto zařízení nachází uplatnění v průmyslové automatizaci, zejména na výrobních nebo kontrolních linkách vyžadujících kontinuální provoz s kontinuální kontrolou kvality průmyslového procesu, spočívající zejména v rozpoznávání výrobků, například jejich částí, tvarů, barev nebo vad. Pro specifickou problematiku třídění krytokořenných sazenic lesních dřevin ale toto řešení aplikováno nebylo.

Důvodem je s největší pravděpodobností skutečnost, že efektivní a dostatečně kvalitní způsob automatizovaného třídění krytokořenných sazenic, resp. koncept zařízení k jeho provádění, vyžadují specifický způsob snímání i zpracování obrazu, který u výše uvedeného řešení, ale ani u dalších doposud existujících řešení znám není.

Na této skutečnosti nemění nic ani doposud existující přístupy k třídění sazenic (např. patent JP 20010248333), které jsou založeny na pořízení snímků sazenice pouze z jednoho pohledu (půdorysného nebo bočního) s tím, že sazenice jsou následně tříděny podle výšky případně podle viditelné plochy listů. Chybí zde zcela také exaktnější způsob vyhodnocování pořízeného pohledu kamery – nejsou zde např. detekovány poruchy v morfologické stavbě sazenice, např. za pomoci vytvořeného vektorového modelu.

50

Podstata vynálezu

5 K vyřešení výše uvedených problémů přispívá způsob třídění krytokořenných sazenic lesních dřevin podle vynálezu, který je obdobně jako známé způsoby se strojovým viděním založen na pořízení a zpracování obrazu z kamerového systému.

Podstata vynálezu spočívá ve specifickém způsobu, při němž se nejprve pořídí každým z dvojice v úhlu orientovaných kamerových systémů dva obrazy hodnocené sazenice – obraz celé sazenice a detail jejího kořenového krčku. Úhlem pohledů kamerových systému je míněn úhel mezi půdorysnými průměty optických os kamer, pomocí nichž jsou pohledy snímány. Optimální úhel pohledů je 80° až 100° (nejlépe pak 90°), uspokojivých výsledků je dosaženo pro úhly pohledu 60° až 120°. U obrazů celé sazenice se pak následně provede převod na binární obraz, z něhož se jednak přímo vyhodnotí výška sazenice a který se zároveň pomocí matematické morfologie s binárními snímky a skeletonizace převede na vektorový model, kde každý vektor reprezentuje segment větve sazenice a podobně jako u genealogického stromu je definována vazba na navazující segmenty ve formě rodičů a potomků s tím, že v této struktuře se pak vyhodnotí stavba sazenice identifikací poruch v její stavbě. U obrazů kořenového krčku se provede pomocí prahování převod na binární snímek, pomocí morfologických operací se binární snímek vyčistí od dalších objektů tak, že se optimální volbou strukturovacího elementu odstraní menší objekty při zachování rozměrů velkých objektů a měřením počtu pixelů v oblasti nad zeminou se určí průměr krčku. Takto je každá sazenice individuálně vyhodnocena dvěma pohledy na celou sazenici a dvěma pohledy na krček sazenice. Na základě vyhodnocení snímků celé sazenice jsou detekovány chyby v morfologické stavbě, tedy dva konkurenční terminální výhony a ze snímku celé rostliny je také určena výška sazenice. Na základě vyhodnocení snímků krčku jsou určeny dva průměry kořenového krčku sazenice a získána informace, zda v buňce kontejneru je více než jedna sazenice nebo naopak je buňka kontejneru prázdná. Následně je pak na základě těchto zjištěných parametrů sazenice zařazena do příslušné třídy.

30

Objasnění výkresů

K bližšímu objasnění podstaty vynálezu slouží přiložené výkresy, kde představuje

35 obr. 1 – Schéma kamerového systému vyhodnocení parametrů sazenic,

obr. 2 – Půdorys linky na třídění sazenic,

obr. 3 – Vstupní snímek a vektorový model sazenice,

40

obr. 4 – Postup vyhodnocení průměru krčku,

obr. 5 – Detekce více sazenic v buňce sadbovače,

45

obr. 6 – Algoritmus vyhodnocování sazenice.

Příklady uskutečnění technického řešení

50 Při třídění se nejprve pořídí každým z dvojice kamerových systémů 1a, 1b vzájemně orientovaných v příkladném provedení v kolmém směru dva obrazy hodnocené sazenice - obraz celé sazenice a detail jejího kořenového krčku. U obrazů celé sazenice je snímek z kamery nejprve ořezán na oblast zájmu a následně se pak převede na binární obraz, z něhož se jednak přímo vyhodnotí výška sazenice a který se zároveň pomocí matematické morfologie s binárními snímky a skeletonizace
55 převede na vektorový model (viz obr. 3). Každý vektor zde reprezentuje segment větve sazenice a

podobně jako u genealogického stromu je definována vazba na navazující segmenty ve formě rodičů a potomků. Vyhodnocení stavby sadebního materiálu se pak provádí na základě vektorového modelu sazenice (obr. 3), protože touto strukturou je možné velmi efektivně procházet a hledat poruchy ve stavbě sazenice jako např. dva terminální výhony.

5

U snímků kořenového krčku se provede pomocí prahování převod na binární snímek. Pomocí morfologických operací je obraz vyčištěn od dalších objektů. Vhodnou volbou strukturovacího elementu je možné odstranit menší objekty při zachování rozměrů velkých objektů. Průměr krčku je pak určen pomocí měření počtu pixelů v oblasti nad zemí v nosiči (obr. 4).

10

Přestože lze pro výsev použít speciální automatické linky, může v buňce sadbovače vyklíčit i více semen, případně může vyklíčit i semeno z okolních stromů. Buňky se dvěma sazenicemi je také nutné detekovat a zařadit do třídy C (obr. 5).

15

Každá sazenice je individuálně vyhodnocena pro dva kolmé pohledy na krček sazenice a dva kolmé pohledy na celou sazenici. Výsledkem vyhodnocení snímku krčku jsou dva průměry kořenového krčku sazenice, případně informace zda v buňce kontejneru je více než jedna sazenice nebo naopak je buňka prázdná. Na základě vyhodnocení snímků celé sazenice jsou detekovány chyby v morfologické stavbě tedy dva konkurenční výhony. Ze snímku celé rostliny je také určena výška sazenice. Kombinace informací ze dvou pohledů na celou sazenici umožňuje správně zpracovat i větve, které by při jednom pohledu byly v zákrytu, a správně vyhodnotit případný náklon sazenice. Pokud všechny snímky splňují požadované parametry na sadební materiál je nadřazenému systému předána informace o zařazení sazenice do příslušné třídy a nadřazený systém pomocí výhybek 3a, 3b zajistí přesun sazenice na správné místo. Algoritmus vyhodnocování jedné sazenice je znázorněn na obr. 6.

25

Zařízení, na němž se způsob třídění krytokořených sazenic lesních dřevin provádí obsahuje soustavu dvou kamerových systémů 1a, 1b (viz obr. 1), vzájemně orientovaných v příkladném provedení v kolmém směru. Každý z nich je tvořen jednou kamerou s širokouhlým objektivem s krátkou ohniskovou vzdáleností pro snímek celé sazenice 10 a druhou kamerou s objektivem s delší ohniskovou vzdáleností pro snímky kořenového krčku. Tyto kamerové systémy 1a, 1b jsou umístěny v komoře 2 (viz obr. 1 a 2) s předním 2a a zadním 2b osvětlením na bázi LED panelů k zajištění kontrastu mezi sazenicí 10 a pozadím. Komořou 2 prochází liniový dopravník 3, v konkrétním příkladném provedení řetězový dopravník s nosiči 4 sazenic 10. Ve směru 11 pohybu liniového dopravníku 3 je před komorou 2 umístěna stanice 5 plnění nosičů 4 sazenicemi 10 a za komorou má liniový dopravník 3 začleněn dvě výhybky 3a, 3b k třídění sazenic do odběrných míst A, B, C jednotlivých jakostních tříd. Ovládací prvky těchto výhybek jsou propojeny s řídicím systémem s implementovaným algoritmem (viz obr. 6) způsobu třídění.

40

Průmyslová využitelnost

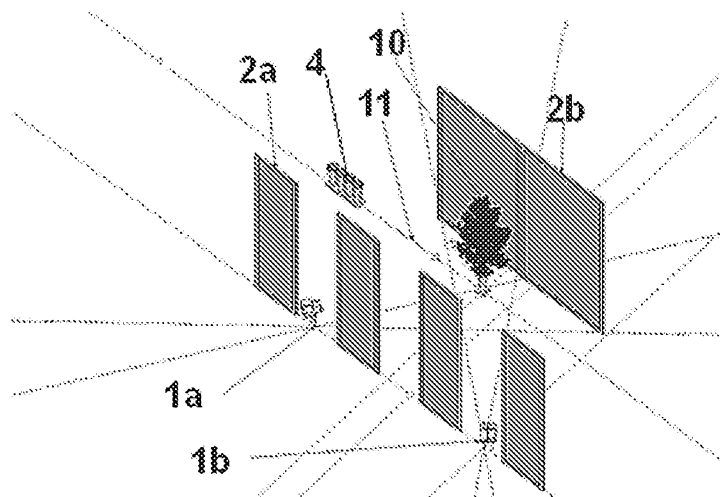
Vynález nachází uplatnění v průmyslové automatizaci, zejména v lesních školkách. Nahrazuje nekvalifikovanou sezónní manuální práci mnoha pracovníků automatizovaným systémem, k jehož obsluze postačuje řádově méně pracovníků s vyšší kvalifikací. Oproti manuálnímu třídění je také předností reprodukovatelnost výsledků, výstupy nezávislé na únavě pracovníků a možnost snadné archivace výsledků a zpětné kontroly.

45

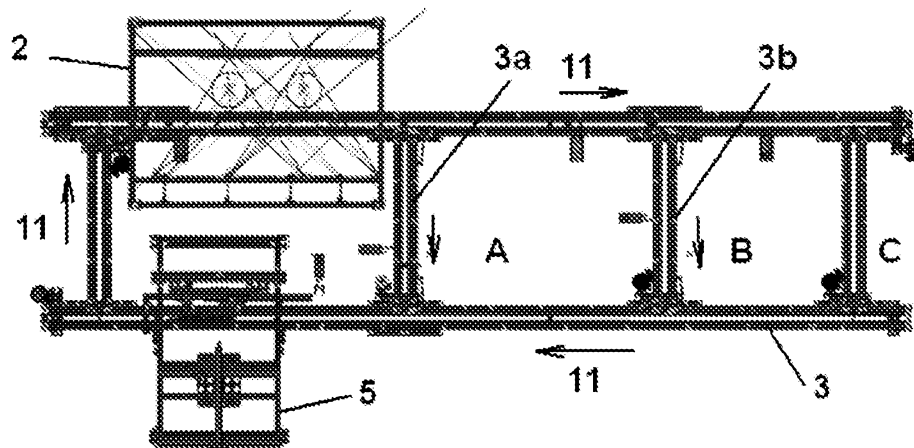
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob třídění krytokořených sazenic lesních dřevin, založený na pořízení a zpracování
 5 obrazu z kamerového systému, **vyznačující se tím**, že se nejprve pořídí každým z dvojice kamerových systémů vzájemně orientovaných tak, že úhel jejich pohledu daný úhlem mezi půdorysnými průměty optických os kamer je 60° až 120° , s výhodou 80° až 100° , dva obrazy hodnocené sazenice, kterými jsou obraz celé sazenice a detail jejího kořenového krčku, načež se
- 10 a) u obrazů celé sazenice provede převod na binární obraz, z něhož se jednak přímo vyhodnotí výška sazenice a který se zároveň pomocí matematické morfologie s binárními snímky a skeletonizace převede na vektorový model, kde každý vektor reprezentuje segment větve sazenice a podobně jako u genealogického stromu je definována vazba na navazující segmenty ve formě rodičů a potomků s tím, že v této struktuře se pak vyhodnotí stavba sazenice
 15 identifikací poruch v její stavbě,
- b) u obrazů kořenového krčku se provede pomocí prahování převod na binární snímek, pomocí morfologických operací se binární snímek vyčistí od dalších objektů tak, že se optimální volbou strukturovacího elementu odstraní menší objekty při zachování rozměrů velkých objektů a
 20 měřením počtu pixelů v oblasti nad zemínou se určí průměr krčku,
- s tím, že takto je každá sazenice individuálně vyhodnocena dvěma pohledy na celou sazenici a dvěma pohledy na krček sazenice, přičemž úhel těchto dvou pohledů daný úhlem mezi
 25 půdorysnými průměty optických os kamer, pomocí nichž jsou pohledy snímány, je 60° až 120° , s výhodou 80° až 100° , na základě vyhodnocení snímků celé sazenice jsou detekovány chyby v morfologické stavbě, tedy dva konkurenční terminální výhony, ze snímků celé rostliny je určena výška sazenice a na základě vyhodnocení snímků krčku jsou určeny dva průměry kořenového krčku sazenice a získána informace zda v buňce kontejneru je více než jedna sazenice nebo naopak je buňka prázdná, načež je následně na základě těchto zjištěných parametrů sazenice zařazena do
 30 příslušné třídy.

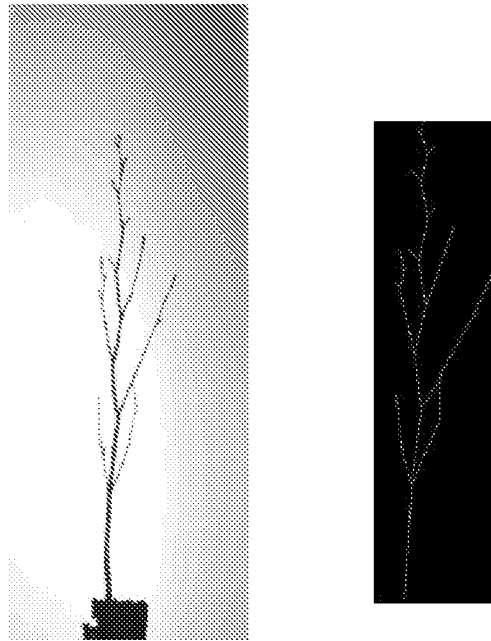
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



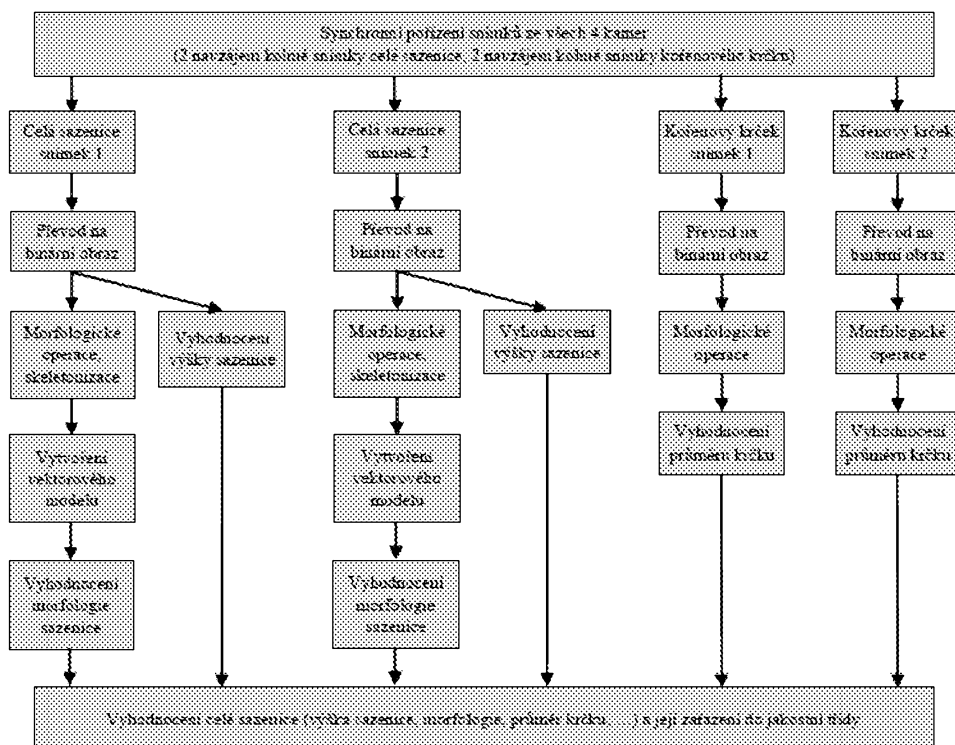
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6