

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

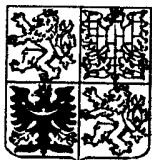
zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

1387-95

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30. 05. 95**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **31.05.94**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **94/251525**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **18. 02. 98**
(Věstník č. 2/98)

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁶:

G 01 M 11/00

(71) Přihlášovatel:

Johnson & Johnson Vision, Jacksonville,
FL, US;

(72) Původce:

Ebel James, Jacksonville, FL, US;
Widman Michael Francis, Jacksonville, FL,
US;
Sites Peter W., Knoxville, TN, US;
Dehkordi Peyman H., Knoxville, TN, US;

(74) Zástupce:

Čermák Karel dr., Národní tř. 32, Praha 1,
11000;

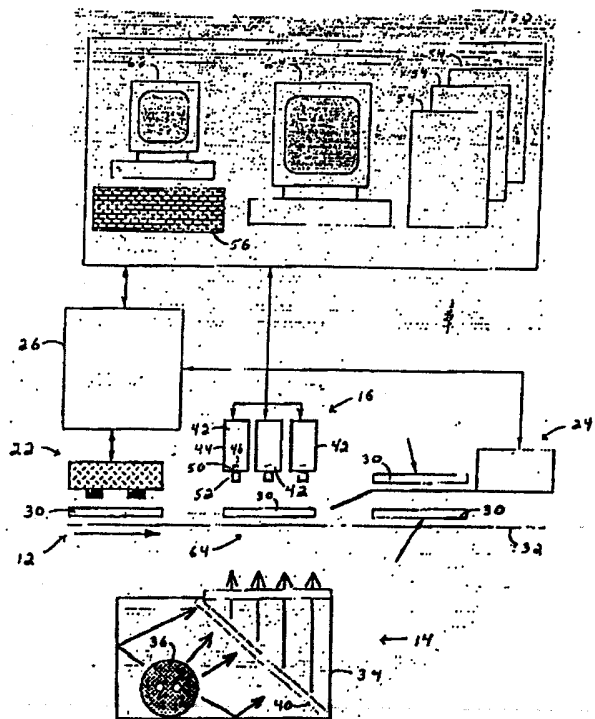
generován signál označující přítomnost čočky a v případě, že není v obrazu pouzdra nalezen žádný obraz objektu, nebo pokud není žádný z objektů nalezených v obrazu pouzdra identifikován jako čočka, generuje se signál označující nepřítomnost čočky. Systém zahrnuje transportní subsystém pro posun pouzdra do kontrolní polohy, osvětlovací subsystém, generátor a procesor.

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob kontroly pouzder a zařízení k provádění tohoto způsobu

(57) Anotace:

Způsob ověřování přítomnosti čočky v transparentním pouzdru a systému pro tento způsob. Uvedený způsob zahrnuje transport uvedeného pouzdra do kontrolní polohy a vedení světelného paprsku skrze toto pouzdro a na zobrazovací rovinu za vzniku obrazu pouzdra na této zobrazovací rovině. Uvedený způsob dále zahrnuje generování sady signálů reprezentujících obraz na uvedené zobrazovací rovině a analyzování těchto signálů za účelem stanovení toho, zda je v pouzdru přítomná čočka. tento analyzační krok zase zahrnuje průzkum obrazu pouzdra za účelem nalezení obrazů diskretních objektů a u každého nalezeného obrazu předmětu v obrazu pouzdra se identifikací hodnot pro množinu parametrů a analyzování těchto hodnot podle předem stanoveného postupu za účelem identifikování toho, zda je uvedený předmět čočkou či nikoliv. V případě, že je jeden objekt nalezený v obrazu pouzdra identifikován jako čočka, je



CZ 1387-95 A3

1387-95

Způsob provádění kontroly pouzder a systém k provádění tohoto způsobu

PRŮMYŠLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

03. VII. 95
Doslo
11 4 0 8 1 8
10

Oblast techniky

Vynález se obecně týká automatizovaných způsobů provádění kontroly pouzder a systémů určených k provádění těchto způsobů, přičemž přesněji se vynález zaměřuje na automatizované způsoby ověřování přítomnosti čoček v pouzdech a systémy určené k provádění těchto způsobů.

Známy stav techniky

V nedávné době bylo vyvinuto několik automatizovaných systémů určených pro výrobu očních čoček, zejména kontaktních čoček, přičemž jeden takový systém je například popsán v patentu US 5 080 839. U těchto systémů bylo dosaženo velmi vysokého stupně automatizace a tyto čočky mohou být tedy tvářeny, vyjímány z forem, dále zpracovány a zabaleny bez jakéhokoliv přímého lidského zásahu. Avšak i u těchto vysoce automatizovaných systémů, zpravidla potom, co se vyrobená a zpracovaná čočka zabalí, je každé pouzdro vizuálně prověřeno kontrolorem, který ověří, že kontrolované pouzdro skutečně obsahuje příslušnou čočku a to představuje poměrně značné finanční náklady. Tyto náklady by bylo možné z velké míry snížit, v případě, že by se tato kontrola automatizovala. Přesto, že jsou tyto kontroloři velmi přesní, mohla by se spolehlivost této kontroli

použitím automatizovaného kontrolního systému určene pro ověřování přítomnosti čoček v pouzdrech dále spřesnit.

Podstata vynálezu

Cílem vynálezu je poskytnout způsob provádění kontroly pouzder za účelem ověření přítomnosti čoček v těchto pouzdrech a automatizovaný systém určený k provádění tohoto způsobu.

Dalším cílem vynálezu je automatické provádění kontroly, jejímž cílem je ověřit přítomnost čoček v pouzdrech, při rychlosti 12 pouzder za minutu a s četností chyb menší než přibližně 1 %.

Dalším cílem vynálezu je poskytnout automatizovaný systém určený k provádění kontroly čočkových pouzder, jejímž cílem je ověřit přítomnost čoček v těchto pouzdrech, s četností negativní chyby menší než 1,0 %.

Těchto a dalších cílů lze dosáhnout podle vynálezu za použití způsobu ověřování přítomnosti čoček v transparentních pouzdrech a systému určenému k provádění tohoto způsobu. Uvedený způsob zahrnuje transport uvedeného pouzdra do kontrolní polohy a vedení světelného paprsku skrze pouzdro a na zobrazovací rovinu za vzniku obrazu pouzdra na zobrazovací rovině. Uvedený způsob dále zahrnuje generování sady signálů, které charakterizují obraz na zobrazovací rovině, a analyzování těchto signálů za účelem stanovení toho, zda je v uvedeném pouzdře skutečně přítomna čočka, či nikoliv. Toto analyzování zase zahrnuje prozkoumání obrazu pouzdra za účelem nalezení obrazů diskretních objektů a obrazu všech objektů nacházejících

se v obrazu pouzdra, identifikování hodnot množiny parametrů a analyzování těchto identifikovaných hodnot podle předem stanoveného předpisu za účelem identifikace tohoto předmětu, jakým je, nebo není čočka. V případě, že je obraz předmětu nacházející se v obrazu pouzdra identifikován jako čočka, potom se generuje signál označující přítomnost čočky a signál označující nepřítomnost čočky se generuje v případě, že v obraze pouzdra nebyly nalezeny žádné obrazy objektů, nebo pokud nebyl žádný z obrazů objektů, které se nacházejí v obrazu pouzdra, identifikován jako čočka.

Přínos a další výhody vynálezu se stanou zřejmějšími po prostudování následujícího podrobného popisu a doprovodných obrázků, které popisují některá výhodná provedení podle vynálezu.

Je však třeba uvést, že popis těchto výhodných provedení má pouze ilustrativní charakter a nikterak neomezuje rozsah vynálezu, který je jednoznačně určen příloženými patentovými nároky.

Stručný popis obrázků

Obr. 1 znázorňuje blokový diagram automatizovaného kontrolního systému podle vynálezu určeného pro kontrolu pouzder,

obr. 2 znázorňuje skupinu pouzder, které lze kontrolovat za použití systému znázorněného na obrázku 1,

obr. 3 znázorňuje bokorys jednoho z pouzder zobrazených na obr. 2,

obr. 4 znázorňuje část transportního subsystému, který lze použít v systému z obr. 1,

obr. 5 znázorňuje blokový diagram osvětlovacího subsystému, který lze použít u kontrolního systému znázorněného na obr. 1,

obr. 6 znázorňuje obraz, který lze vytvořit pomocí osvětlovacího systému z obr. 5,

obr. 7 znázorňuje jednu z kamer systému z obr. 1,

obr. 8 znázorňuje typický obraz, který lze snímat jednou z kamer systému znázorněného na obr. 1,

obr. 9 znázorňuje zpracovatelskou desku zpracovatelského subsystému, který lze použít u kontrolního systému z obr. 1,

obr. 10 znázorňuje různé složky zpracovatelského subsystému uspořádané v ovládacím panelu,

obr. 11 znázorňuje různé komunikační cesty systému znázorněného na obr. 1,

obr. 12 znázorňuje většinu složek výhodného postupu obrazového zpracování použitého u kontrolního systému z obr. 1,

obr. 13. nastiňuje několik kroků předběžného zpracování obrazu,

obr. 14 znázorňuje výhodné schéma prohledávacích vektorů použité k prohledání obrazu z obr. 8 za účelem nalezení různých znaků,

obr. 15 znázorňuje výhodnou notaci identifikujících pixel,

obr. 16A a 16B znázorňují technologii pixelového prohledávání použitou u výhodného způsobu zpracování,

obr. 17A až 17D znázorňují čtyři předměty, na které lze při kontrole pouzder narazit,

obr. 18A až 18D znázorňují obrysy čtyř objektů z obr. 17A až 17D, které se vytvoří při použití technologie pixelového prohledávání,

obr. 19 schematicky znázorňují způsob zpracování surových obrazů za použití uvedeného způsobu obrazového zpracování,

obr. 20 znázorňuje dvourozměrný lineární klasifikátor určený k rozlišení pouzder, které čočku obsahují, a pouzder, které ji neobsahují,

obr. 21 znázorňuje vícerozměrný klasifikátor určený k rozlišení pouzder, které čočku obsahují, a pouzder, které ji neobsahují,

obr. 22 znázorňuje tabulku, která uvádí vzorky údajů, které lze použít ke stanovení klasifikátoru použitelného v rámci vynálezu,

obr. 23 znázorňuje tabulku a sloupcový graf ilustrující výkonnost výhodného provedení způsobu provádění kontroly pouzder podle vynálezu.

Na obrázku 1 je znázorněn blokový diagram kontrolního systému 10 pro kontrolu pouzder, přičemž tento systém 10 zpravidla zahrnuje transportní subsystém 12, osvětlovací subsystém 14, zobrazovací subsystém 16 a subsystém 20 obrazového zpracování. Obr. 1 rovněž ukazuje mechanismus neboli systavu 22 pro nakládání čoček, vyřazovací mechanismus neboli sestavu 24, kontrolora 26 a množinu skupin čočkových pouzder 30 označených jako sada vaničkovitých pouzder.

U výhodného provedení systému 10, zahrnuje transportní subsystém 12 dopravníkový pás 32 a osvětlovací subsystém 14 zahrnuje kryt 34, světelný zdroj 36 a difuzér 40. Zobrazovací subsystém 16, rovněž u tohoto výhodného systému 10, zahrnuje množinu kamer 42, přičemž součástí každé z těchto kamer je kryt 44, pole pixelů 46, clona 50 a sada 52 objektivů. Jak ukazuje obr. 1, subsystém 20 obrazového zpracování zahrnuje množinu zpracovatelských a paměťových desek 54, vstupní prostředek, jakým je klávesnice 56, přičemž výhodný subsystém 20 dále zahrnuje videomonitor 60 a klávesový terminál 62.

Úkolem transportního subsystému 12 je dopravovat množinu čočkových pouzder po předem stanovené trase a do kontrolní pozice 64, viz obr. 1. Osvětlovací subsystém 14 generuje světelný paprsek a směřuje ho skrze čočková pouzdra pohybující se uvedeným kontrolním systémem pro kontrolu pouzder. Subsystém 16 generuje sadu signálů charakterizujících světelný paprsek procházející skrze každé kontrolované pouzdro a předá tyto signály do zpracovatelského subsystému 20. Tento subsystém obrazového zpracování tyto signály vyslané ze subsystému 16 pro každé kontrolované čočkové pouzdro přijme a zpracuje podle předem stanoveného programu. Na základě zpracování uvedený subsystém 20 generuje buď signály indikující přítomnost čočky v pouzdře, nebo signály indikující její nepřítomnost.

Subsystém 10 lze použít ke kontrole celé řady typů pouzder a pouzder s různými rozměry, přičemž obr. 2 znázorňuje skupinu pouzder 66a až 66f, u nichž lze provádět kontrolu pomocí systému 10. Pouzdra 66 znázorněná na obrázku 2 jsou vzájemně spojena tak, že tvoří sadu 30 vzájemně spojených vaničkovitých pouzder. Každé pouzdro, viz obr. 2 a 3, zahrnuje skořápku 70, která tvoří vybrání neboli dutinu 74. Tato skořápka 70 může být vytvořena z plastického transparentního materiálu, který je výhodně dostatečně tuhý, aby si pouzdro při normálním použití zachovalo svůj tvar. Kromě toho je výhodné, pokud není při kontrole pouzdra 66 tato dutina 74 uzavřena.

U skupiny pouzder 66a až 66f, viz obr. 2, jsou čočky 76 umístěny v uvedených dutinách 74 (pouzdra 66a až 66d), nebo tato pouzdra čočku postrádají (pouzdra 66e a 66f). Navíc jsou čočky 76 v pouzdrech 66 znázorněny s různou orientací.

Například obr. 2 znázorňuje rovinný pohled na čočku v pouzdře 66a, přičemž čočky v pouzdrech 66b a 66c jsou přetočené okolo osy probíhající zleva doprava, jak ukazuje obrázek 2, a čočka v pouzdře 66d je lehce přetočena okolo osy probíhající ze zhora dolů na obr. 2.

System 10 lze použít nezávisle na jakémkoliv specifickém způsobu ukládání čoček 76 do pouzder 66. Tento systém 10 se velmi dobře uplatňuje ve větších systémech, ve kterých se čočky 76 automaticky vyrábějí, kontrolují, zpracovávají a následně umísťují do pouzder 66 pomocí robotů umístěných v mechanismu 22 určeném pro nakládání čoček.

Transportní subsystém 12, viz obr. 1 a 4, zahrnuje dopravníkový pás 32 a pár paralelních kolejnic 32a a 32b. Pás 32 je namontován na pár, nebo na více, kladek (nejsou znázorněny), které nesou uvedený pás a umožňují mu pohyb po nekonečné smyčce, přičemž jedna z těchto kladek může být připojena k vhodnému hnacímu prostředku (není znázorněn), který může kladkou otáčet a tedy pohybovat dopravníkovým pásem po nekonečné smyčce. Výhodně tento hnací prostředek pracuje tak, že se pouzdra 66 pohybují skrze systém 10 diskontinuálním neboli krokovým způsobem a každé pouzdro se zastaví na okamžik pod mechanismem 22 vkládajícím čočky do pouzder a pod zobrazovacím subsystémem 16.

Pokud se pouzdra 66 udržují pod mechanismem 22 vkládajícím čočky, potom se tento mechanismus použije k ukládání čočky 76 do dutiny 74 každého pouzdra. V daném oboru jsou známy různé mechanismy na ukládání čoček, přičemž v rámci vynálezu lze použít jakýkoliv vhodný známý mechanismus.

Tyto vkládací mechanismy zpravidla zahrnují robota nebo automatické rameno, někdy označované jako automatická buňka, která se používá k přinesení čoček 76 ze zásob nebo ze zdroje a jejich uložení do dutin 74 pouzder 66. U výhodného provedení vynálezu, kde jsou jednotlivá pouzdra vzájemně spojena tak, že tvoří sady vaničkovitých pouzder, ukládá mechanismus 22 ukládající čočky současně do každé sady vaničkovitých pouzder tři čočky. Potom, co jsou čočky 76 uloženy do všech šesti dutin 74 sady 32 vaničkovitých pouzder, se tato sada 32 posune směrem dopředu do kontrolní pozice 64. Transportní subsystém 12 je detailněji popsán v související patentové přihlášce nazvané „Automated Inspection System with Transport and Ejector Conveyor“.

Navíc lze u systému 10 použít jakýkoliv vhodný vyřazovací mechanismus 24. Výhodně je tento mechanismus 24 řízen kontrolorem 26. Přesněji řečeno, pokud kontrolor 26 přijme signál vyslaný ze subsystému 20, který identifikuje určitou sadu vaničkovitých pouzder jako sadu postrádající čočku, potom uvedený kontrolor 26 aktivuje mechanismus 24, který odstraní tuto sadu vaničkovitých pouzder z hlavní trasy, která vede k dalšímu zpracování. Uvedený ejektorový mechanismus 24 je podrobněji popsán rovněž ve výše uvedené související patentové přihlášce s názvem „Automated Inspection System with Transport and Ejector Conveyor“.

Subsystém 14, viz obr. 1 a 5, se použije ke generování světelného paprsku 80 a k jeho nasměrování skrze uvedená pouzdra 66, která se nacházejí v kontrolní pozici 64. Přesněji 36, jakým může být zářivka, je uloženo v krytu 34 a generuje světelný paprsek 80. Tento paprsek 80 se odráží od vnitřních

stěn krytu 34, prochází difuzérem 40 a uvedený kryt 34 následně opouští skrze okno 82, kterým může být například čirá lexanová krycí deska.

Zjistilo se, že pro účely vynálezu není nezbytná specifická vlnová délka osvětlení. To protože gradient úrovně šedi vznikající na hranách desky v pouzdrech 66 je dostatečný pro detekování uvedené čočky. Takže osvětlování systému 10 může zajišťovat běžná zářivka.

Avšak většina zářivkového světla není stejnoměrná a výhodný subsystém 14 produkuje světelný paprsek mající stejnoměrné záření. Za účelem překonání nepravidelnosti záření zářivky 36 a rozšíření zobrazovacího osvětlovacího pole pro sadu vaničkovitých pouzder, se nad zářivku instaluje difuzér 40. Tento difuzér 40, který lze vyrobit z vrstveného opálu, pomáhá produkovat relativně krátký světelný paprsek při požadované stejnoměrnosti záření, což umožňuje umístit subsystém 14 poměrně blízko dopravníkového pásu 32.

Jak ukazuje obr. 5, žárovka 36 může být vychýlena od osy tvořené světelným paprskem 80, který vystupuje z pouzdra 34 rozptylová deska 40 difuzéru může být umístěna v určitém úhlu nebo kolmo k této ose světelného paprsku. Lambertianův rozptylový charakter desky 40 potom směřuje zářivou energii z žárovky rovnoměrně směrem nahoru do příčného bočního směru. Lambertův zákon říká, že pokud světelná intenzita dopadající na k stejnoměrně rozptylující povrch S kolmo označena jako I_0 , potom je intenzita I_a , která dopadá na tento povrch pod určitým úhlem, dána vztahem $I_0 \cos(\alpha)$. Z tohoto vztahu zřejmě vyplývá rozdíl velikosti intenzity na povrchovém úseku S , v případě že

úhel není k tomuto povrchu kolmý. Takže pro $\alpha = 45^\circ$, $I_a = (0,71)I_0$.

Uvedená rozptylová deska 40 je uložena pod úhlem 45° , který podle Lambertova zákona zmenšuje maximální světelnou intenzitu méně, než o třicet procent a distribuje energii rovnoměrně v rozmezí desetiprocentní odchylky. V praxi absorbuje vrstvený opál o něco více než třicet procent energie, protože je pouze aproximací perfektního Lambertianova povrchu. Umístění difuzéru 40 mezi žárovkou 36 a sadou vaničkovitých pouzder rovněž slouží ke zvýšení účinné optické trasy mezi žárovkou a sadou vaničkovitých pouzder. Po dlouhou dobu se v optice k simulaci vzdálenějších zdrojů používaly matrice broušeného skla. Protože se uvedená žárovka nenachází přímo pod sadou 30 vaničkovitých pouzder, prochází směrem nahoru pouze stejnoměrně rozptýlené světlo. Výhodně je podélná osa zářivky 36 paralelní s podélnou osou sad vaničkovitých pouzder procházejících nad uvedeným osvětlovacím subsystémem 14, přičemž uvedená žárovka 36 je delší než sady vaničkovitých pouzder. Takové uspořádání pomáhá rovnoměrněji osvětlovat jednotlivé sady vaničkovitých pouzder.

Kolisání světla obraz od obrazu je výhodně eliminováno. Blikání způsobené normální 60 Hz frekvenční předřadnikovou frekvencí, při které připadá 0,0166 sekund na cyklus, mohou být snímány na obraze v ohniskové rovině kamery, v případě, že se pracuje s rychlostmi závěrky většími než 0,001 sekund. Toto blikání lze eliminovat vysokofrekvenčním předřadníkem od firmy Mercronu, který osciluje napětí s frekvencí 60 000 Hz, neboli 0,000016 sekundách na cyklus. Během 0,001 sekundového cyklu elektronické závěrky, proběhne v uvedené zářivce 36 60 úplných

cyklů napětí a rychlost doznívání luminoforu lampy způsobuje, že lampa vydává konstantní osvětlení. Toto řešení předpokládá to, že napěťový zdroj pro předřadník je konstantní.

Osvětlovací subsystém 14 znázorněný na obrázcích produkuje obrazy pouzder 66, na kterých lze rozlišit čočky 76 od zbytku pouzder, přičemž například obr. 6 znázorňuje obraz sady vaničkovitých pouzder 30, který může být produktem světelného paprsku 80. Většina světla procházejícího skrze jednotlivá pouzdra není tímto pouzdrům buď ztlumená vůbec, nebo je ztlumená pouze velmi málo. Hrany pouzder 66 a dutiny 71 vychylují světlo, přičemž produkuje na uvedeném obraze sady vaničkovitých pouzder odpovídající tmavou čáru. Uvedené hrany čoček 76 rovněž vychylují světlo procházející skrze tyto hrany, přičemž podobně vytváří na uvedeném obraze odpovídající tmavé oblasti. Části světelného paprsku 80 procházející skrze čočky 76 samotné jsou poněkud ztlumené, v důsledku čehož nejsou obrazy uvedených čoček tak jasné, jako obrazy částí čočkových pouzder, které nejsou hranou.

Zobrazovací systém 16 přijímá světelný paprsek procházející skrze čočkové pouzdro nebo pouzdra 66 v kontrolní poloze 64, a generuje řadu signálů reprezentujících tento světelný paprsek. Jak již bylo uvedeno, provedení subsystému 16 znázorněné na obrázcích zahrnuje tři kamery 42, které jsou výhodně shodné. Co se týče obrázku 7, je uvnitř krytu 44 každé kamery 42 přímo za závěrkou 50 uspořádáno pixelové pole 46. Kromě toho je každé pixelové pole výhodně tvořeno množinou světelných senzorů, z nichž každý je schopen generovat příslušný elektrický proud, jehož velikost odpovídá proporcionálně intenzitě světla dopadajícího na tento senzor. Kromě toho u výhodného provozu systému 10, pokud je daná

sada vaničkovitých pouzder kontrolována, snímá každá z těchto tří kamer 42 obrazy příslušného páru šesti pouzder 66 v uvedené sadě vaničkovitých pouzder, přičemž obr. 8 znázorňuje typický obraz, který může být snímán jednou z kamer, přesněji jejím pixelovým polem.

Běžně jsou výhodné světelné senzory neboli pixely každého pixelového pole 46 uspořádány v rovnoměrné mřížce daného počtu řad a sloupců, přičemž tato mřížka může například obsahovat jeden milion pixelů uspořádaných přibližně v jednom tisíci sloupců a jednom tisíci řad. Výhodně jsou řady a sloupce v této mřížce stejnoměrně odsazeny, a s výjimkou pixelů podél každé hrany pole, je každý pixel obklopen osmi bezprostředními sousedy.

Odborníkům v daném oboru je jasné, že lze v subsystému 16 použít jakoukoliv vhodnou kameru nebo kamery. Vhodnou kamerou 42 může být například kamera Panasonic GP-MF552 čerbilá CCD kamera. Výstupy kamery se zobrazují v RS-170 modu s dvouřádkovým prokládaným řádkováním. Pouze jeden z řádků rámu prokládaného řádkování je zachycen vstupem obrazového procesoru za účelem omezit velikost obrazu pod 200 000 pixelů. Udržení celkové velikosti obrazu pod touto mezi napomáhá ve volbě paměťových a zpracovatelských desek 54, a tím omezuje cenu kontrolního a zpracovatelského systému.

16 m objektiv Computar s C-paticí se nasadí na CCD kameru a za účelem ochrany a snížení oslnění je opatřen filtrem Tiffen. Osvětlovací subsystém 14 nevyžaduje zbrždění pohybu čočky pod uvedenou kamerou 42, protože transportní pás 32 se pohybuje namísto kontinuálního pohybu krokově. Kromě toho 0,001 sekundová expozice dosažená elektronovou závěrkou

kamery 42 vytváří adekvátně ostrý obraz, a vibrace ze sousedních automatů a motorů neovlivňují kvalitu obrazu.

Zpracovatelský subsystém 20 přijímá signály ze zobrazovacího subsystému 16, přesněji pixelových polí 46, a zpracovává tyto signály podle předem stanoveného programu, který bude detailněji popsán později, za účelem klasifikování každého pouzdra 66 buď jako pouzdro obsahující čočku, či nikoliv. Přesněji řečeno, elektrické signály z pixelového pole 46 každé kamery 42 se vedou do procesorové desky 54. Uvedená procesorová deska převádí jednotlivé signály na bázi elektrického proudu z každé pixely každého pole 46 na příslušnou číselnou data-hodnotu, a uloží tuto data hodnotu do paměťové oblasti mající adresu související s adresou pixelu, který generoval elektrický signál.

U systému 10 lze použít jakoukoliv vhodnou zpracovatelskou jednotku 54. Takovou zpracovatelskou jednotkou může být například Image Processor Machine Vision Board jednotka IP940 uváděná na trh společností Perceptics Corp. Tato procesorová deska, viz obr. 9, má tři kamerové vstupy na monodigitalizátorové desce 84, přičemž všechny tři kamerové vstupy vstupují přes jeden DB-15 konektor 86, a každá cpu (základní jednotky) deska je opatřena ručním nulovacím tlačítkem 90.

Procesorová deska 54 má konektor 92 vstupu-výstupu, který umožňuje komunikaci až s 64 zařízeními. Toto spojení vstupu-výstupu je rovněž spojeno prostřednictvím opto-izolačního modulu s automatickým kontrolorem 26.

Pomocí tohoto komunikačního kanálu, automatický kontroler řídí inspekci realizováním kontroly indexování sad 30

vaničkovitých pouzder, tj. řídí pohyb sad vaničkovitých pouzder systémem 10. Rovněž v případě, že systém 10 zjistí chybějící čočky, automatický kontrolor 26, po přijetí sady zpráv ze zpracovatelského subsystému 20, komunikuje s vyřazovacím mechanismem 24 a instruje tento mechanismus, aby vyřadil uvedenou sadu vaničkovitých pouzder, která má pouzdro bez čočky.

Klávesnice 56 je připojena k procesoru 54 a umožňuje tak vstup operátora do tohoto procesoru. Klávesnicový terminál 62 se používá k vizuálnímu zobrazení dat nebo zpráv, které se zavádějí do uvedené procesorové desky. K procesoru 54 je rovněž připojen monitor 60, který z datahodnot uložených v uvedeném procesoru produkuje videoobrazy, přičemž tento monitor lze rovněž použít k zobrazení výsledků kontroly a souhrnu. Výhodně se použije barevný monitor s vysokou rozlišovací schopností, který je regulován vysoce rozlišovacím videoadapterem Perceptics, HRD900, který je rovněž připojen k zobrazovacím deskám 54. RS-232 konektor na procesorové desce 54 umožňuje terminálu 62 vzájemně působit s uvedenou procesorovou deskou.

Jednotlivé hardwarové protějšky subsystému 20 jsou konvenční a dobře známé pro odborníky v daném oboru. Obrázek 10 ukazuje hardware subsystému 20 uspořádaný v kontrolní skříni. Zezhora dolů uvedené uvedené skříň zahrnuje vysoce rozlišující display 60, RS232 terminál 62, polici pro klávesnici, VME rám pro zasunutí procesorové desky 54 a nepřerušitelný zdroj energie 94. Kontrolní ovládací panel, který zahrnuje klávesnici, terminál 62, display 60 s vysokou rozlišovací schopností a procesorovou desku 54 určenou pro zpracování obrazu a spojenou jak s automatickým kontrolorem 26, tak s

kamerami 42, a automatický kontrolor je zase spojen s transportním subsystémem 12 a vyřazovacím mechanismem 24.

Komunikace uvnitř systému 10 je znázorněna na obrázku 11. Každá z kamer 42 je spojena s procesorovou deskou 54 a procesorová deska je přes MUX (multiplexor) 96 a RS232 propojovací mezičlánek propojena s terminálem 62. Kromě toho je procesorová deska 54 připojena k monitoru 60 přes videoadapter 100 a k automatické robotové buňce přes optický izolační modul 102.

Jak již bylo uvedeno, v každém okamžiku, kdy prochází skrze uvedenou kontrolní polohu 64 pouzdro 66, prochází tímto pouzdrům 66 na jedno pixelové pole 46 světlo, přičemž každý pixel tohoto pole generuje odpovídající elektrický výstupní proud, jehož velikost reprezentuje intenzitu světla dopadajícího na tento pixel. Uvedený výstupní proud pro každý pixel se převede na číslicovou data-hodnotu, která se uloží do adresy v procesorové desce 54, a tyto data-hodnoty se zpracují za účelem stanovení toho, zda uvedené pouzdro obsahuje čočku, či nikoliv.

Obrázek 12 ukazuje většinu kroků výhodného postupu, kterým se zpracovává obraz pouzdra za účelem stanovení toho, zda toto pouzdro obsahuje čočku, či nikoliv. Tyto kroky jsou zpravidla označovány jako snímání obrazu, předběžné zpracování obrazu, rozčlenění (segmentování) obrazu a klasifikace předmětů. Během snímání obrazu se spojí procesorová deska 54 s automatickým kontrolorem 26 za účelem iniciování kontrolního procesu a snímání obrazu. Po snímání obrazu následuje předběžné zpracování data-hodnot uvedeného obrazu za účelem stanovení oblasti v uvedeném obraze, kde by měl procesor 54 hledat čočku. Potom se během segmentování obrazu identifikují a změří předměty, které by mohly být čočkami, a v průběhu

a změní předměty, které by mohly být čočkami, a v průběhu klasifikace objektů se rozhodne, zda je některý z těchto předmětů označený jako potenciální čočka neboli kandidát na čočku ve skutečnosti čočkou.

Snímání obrazu a komunikační protokol s automatickým propojovacím článkem

Po zaslání asynchronní zprávy kontroloru 26, který je připraven provést kontrolu další sady vaničkovitých pouzder, počká grafický procesor 54 na startovní signál, který vyše zpět uvedený kontrolor 26. Potom, co tento startovní signál přijme, se inaktivuje výstupní vedení pro signál „přípravit“ z grafického procesoru 54 a zachytí se obraz pouzdra, to znamená, že se informace o intenzitě úrovně šedi obsažená v každém pixelu kamerového senzoru elektronicky převede do paměti procesorové desky. Výhodně se zachytí pouze jedno obrazovkové pole tvořené 640 sloupci a 240 řadami pixelů a uloží ve paměti procesoru.

Potom, co procesorová deska 54 zachytí pixelový obraz a zatímco je tento obraz dále zpracováván, segmentován a klasifikován v paměti procesoru, čeká automatický kontrolor 26 buď na signál signalizující poruchu, nebo výslednou zprávu z procesorové desky. Signál signalizující poruchu může být použit k indikaci přítomnosti jedné nebo více podmínek, které mohou být na překážku schopnosti systému 10 kontrolovat s přesností pouzdra 66. Signál signalizující poruchu může být generován například v případě, kdy světlo osvětlovacího systému 14 nemá požadovanou intenzitu, což může mít za následek slabší obraz na pixelovém poli. K tomu může dojít při nesprávné funkci kamery

42, pokud se vypne světelný zdroj 36, nebo neprodukuje světlo s dostatečnou světelnou intenzitou nebo pokud se pod uvedenou kamerou zasekne více pouzder. Po přijetí takového signálu se tedy celá sada vaničkovitých pouzder vyřadí, aby se zajistilo, že sada vaničkovitých pouzder za těchto podmínek neprojde.

Pokud zpracovatelský subsystém 20 ukončí zpracování zachyceného obrazu, převede zpracovatelský subsystém na automatického kontrolora 26 výsledky provedené kontroly, přičemž tento kontrolor kategorizuje čočku, jako čočku, která je v pouzdře buď „přítomná“ nebo „chybějící“. tento výsledek se převede prostřednictvím opticky izolovaných obvodů k automatickému kontroloru.

Předběžné zpracování obrazu

Jak obecně naznačuje obrázek 13, v průběhu předběžného zpracování obrazu se nalezne uvedené pouzdro, generuje se zpracovatelská maska a ověřuje se poloha dopravníkového pásu. Je důležité znát polohu dopravníkového pásu, vzhledem k tomu že by mohlo dojít k tomu, že by byl pás uvnitř zpracovatelské masky umístěné uvnitř vaničky uvedeného pouzdra považován za čočku.

a) Lokalizace pouzdra

První práce, která se na zachyceném obrazu provádí je lokalizace pouzdra v tomto obrazu, a tato lokalizace se provádí za použití postupu označeného jako „package locator algoritmus“. Tato práce se provádí protože, ačkoliv je obraz v paměti výhodně doplněn všemi nezbytnými informacemi, nemůže procesor určit, kde hledat čočku v uvedeném obraze, pokud se nejprve nestanoví

určité obrazové znaky. Obrázek 14 znázorňuje výhodné schema průzkumových vektorů použitých při vyhledávání znaků pouzdra. V prvním kroku se provede lokalizace středové čáry dvou vzájemně spojených pouzder na uvedeném obraze. Tato čára se označuje jako dělicí pouzdrová čára a na obrázku 14 je označena jako čára X1X2. Za účelem nalezení této středové čáry, procesor provádí průzkum v protilehlých směrech dvou průzkumových vektorů A1 a B1. Tyto vektory jsou ve skutečnosti hranové operátory 3 x 3.

Při použití těchto operátorů pro hledanou pixelu, grafický procesor 54 stanoví zdali leží příslušný pixel na hraně gradientu. Níže uvedené rovnice (1) a (2) ukazují, jak hranový operátor vypočte pro každý pixel $P_{i,j}$ gradient, jak ve vertikálním, tak v horizontálním směru. Prostorový výklad těchto operátorů se stane zřejmým po prostudování obrázku 15, který znázorňuje dvourozměrné mapování oblasti okolo uvedeného sledovaného pixelu a jeho blízkých susedů. Indexy i a j označují jednotkový vektorový směr řad resp. sloupců v obrazovém souřadnicovém rámu. Tento rám je zrcadlovým obrazem tradiční dvourozměrné roviny xy , přičemž řady narůstají směrem dolů podél osy- i .

$$\text{Horizontální operátor} = P_{i-1,j+1} + 2P_{i,j} + P_{i+1,j-1} - (P_{i-1,j-1} + 2P_{i,j} + P_{i+1,j+1}) \quad (1)$$

$$\text{Vertikální operátor} = P_{i-1,j+1} + 2P_{i,j} + P_{i+1,j-1} - (P_{i-1,j-1} + 2P_{i,j} + P_{i+1,j+1}) \quad (2)$$

V maticovém zápise je vertikální operátor rovnice (1) vyjádřen kernelem 3 x 3 a lze ho použít k nalezení gradientů ve směru zleva do prava napříč uvedeným obrazem. Horizontální operátor rovnice (2) je rovněž v maticovém zápise vyjádřen jako kernel 3

x 3 a lze ho použít k zjišťování gradiendů prováděnému zezhora dolů napříč uvedeným obrazem.

$$V_{i,j} = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (3)$$

$$H_{i,j} = \begin{vmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix} \quad (4)$$

Formy matic v rovnicích (3) a (4) ukazují, který operátor je vertikální a který operátor je horizontální. Kromě toho v těchto maticových formách je jedna strana každé matice záporná a jedna strana každé matice je kladná. To ukazuje, že takový gradienční detektor je citlivý na směr. Takže pokud bude ležet pixel $P_{i,j}$ na hranici hranového znaku, řekněme, že pouzdrové dělicí čáry označená na obr. 14 jako X1X2, ukáže znaménko výsledné gradienční hodnoty, dané níže uvedenou rovnicí (5), zda leží uvedený pixel na levé nebo na pravé straně rozhraní.

$$\text{Gradienční hodnota} \equiv G_{i,j} = P_{i,j} V_{i,j} \quad (5)$$

Výhodný algoritmus použitý v rámci vynálezu využívá ustálené pravidlo, podle kterého mají jasnější pixely vyšší

absolutní hodnoty, například v rozsahu 8 bitové stupnici jasu. Všechny hodnoty leží mezi 0 a 255. Takže pro P_{ij} na pravé straně tmavého rozhraní, lze očekávat kladný gradient G_{ij} , zatímco na levé straně tmavého rozhraní lze očekávat záporný gradient G_{ij} . To umožňuje rozlišit, na kterou stranu hranového znaku uvedený průzkumový vektor narazil a slouží jako další ověření toho, že bylo lokalizováno správné rozhraní pouzdra. Změna gradientního znaménka na trase průzkumového vektoru indikuje přítomnost rozhraní.

Přesné lokalizování rozhraní pouzdra zvýší účinnost uvedené kontroly. Za účelem minimalizovat množství paměti použité v pozdějších stádiích zpracování, se za účelem nalezení čočky podrobně zpracuje pouze část obrazu. Tato část obrazu pouzdra je část, která je zakryta maskou mající předem nastavenou velikost a tvar a která je ve skutečnosti v podstatě na obrazu pouzdra zakrytá. Masku samotnou se umístí na obraz pouzdra lokalizováním předem nastavených vzdáleností masky od určitých pouzdrových znaků nebo rozhraní. Pokud by se uvedená maska umístila nesprávně do obrazu pouzdra, potom by mohl být normální pouzdrový znak milně vykládán jako čočka. Správné umístění masky závisí na přesné lokalizaci znaků pouzdra použitých k umístění uvedené masky a při výhodném provedení průzkumového procesu na přesnosti průzkumu podél vektorů A_1 a B_1 .

V některých případech nemusí být při použití jediného průzkumového vektoru získány poziční údaje pro znak pouzdra s dostatečnou přesností. Například, pokud dopadne na sadu vaničkovitých pouzder kapka vody tak, že zastaví oba konvergující průzkumové vektory A_1 a B_1 , potom nemůže procesorová deska 54 přesně určit tloušťku linie X_1X_2 . Z tohoto

důvodu se do tohoto průzkumového algoritmu zabudovává redundanci. K nalezení hran linie $X1X2$ lze například použít tři páry vektorů. V případě, že první pár $A1, B1$ narazí na překážku, kterou představuje kapka vody, potom grafický procesor použije druhý pár vektorů $A2, B2$. V případě, že druhý pár při identifikaci hrany pouzdra selže, potom algoritmus použije k nalezení této hrany třetí pár $A3, B3$ vektorů.

Aby se určilo, zda je použití jednoho páru těchto vektorů dostatečné pro nalezení linie $X1X2$, lze porovnat rozdíl mezi koncovými body vektorů $A1$ a $B1$ s mezi očekávané tloušťky linie $X1X2$. V případě, že je například odsazení uvedených koncových bodů $A1$ a $B1$ je o více než čtyři pixely větší než očekávaná tloušťka linie $X1X2$, potom může být aktivován druhý pár průzkumových vektorů. Je třeba uvést, že horizontální a vertikální pixelová rozlišovací schopnost je u této optické aplikace rozdílná, takže vertikální tolerance se mohou od horizontálních tolerancí odlišovat, což se týče hodnoty pixelu způsobené geometrií senzoru.

Potom, co se provede počáteční stanovení polohy linie $X1X2$, se tato poloha dvakrát ověří provedením průzkumu podél druhé sady vektorů $G1, G2, G3$ a $H1, H2, H3$. Průzkum podél vektorů H_n a G_n se provádí stejným způsobem jako průzkum podél vektorů A_n a B_n . Avšak vektory H_n a G_n lze umístit mnohem přesněji než vektory A_n a B_n , to znamená, že průzkum podél vektorů H_n a G_n může začít blíže k hraně pouzdra, než průzkum prováděný podél vektorů A_n a B_n , protože v tomto okamžiku je známo více o poloze pouzdra, a zejména více o poloze linie $X1X2$.

Poloha horní části pouzdra a zejména poloha horní části pouzdra podél osy-y se nalezne prováděním průzkumu směrem dolů podél jednoho nebo více vektorů, jakými jsou například

dolů podél jednoho nebo více vektorů, jakými jsou například vektory Y_{dn} a Y_{cn} znázorněné na obrázku 14. Po nalezení horizontální hrany horní části pouzdra, se nalezne první vertikální nebo podélná hrana dutiny neboli vaničky 72 uvedeného pouzdra. Na obrázku 14 je tato hrana označena jako Z2Z3, a lze ji nalézt pokud se vede průzkum podél jednoho nebo více průzkumových vektorů, jakými jsou například vektory F_n znázorněné na obr. 14. Východní bod těchto vektorů F_n lze určit velmi přesně, vzhledem ke známým polohám $X1X2$ a $Y1Y2$ a jak ukazuje obrázek 14, leží východní polohy pro vektory F_n mezi dvěma blízce odsazenými znaky pouzdra.

b) Vymezení plochy masky uvnitř uvedené vaničky

Potom, co se naleznou liniové segmenty $Y1Y2$ a $Z2Z3$, se vypočte první bod zpracovatelské masky. Tento první bod masky se odsadí o určitou danou vzdálenost od linie $Y1Y2$ a $Z2Z3$ a přesněji se Y-posunutí přidá k řadové souřadnici čáry $Y1Y2$ a Z-posunutí se odečte od sloupcové souřadnice čáry $Z1Z2$. Na obrázku 14 je Z-posunutí označeno jako $L3$ a toto posunutí se označuje jako parametr „A1_row_ofs“ a Z-posunutí je označeno jako $L1$ a označuje jako parametr „A1_col_ofs“. Výhodně jsou těmito parametry konstanty dostupné pro uživatele, to znamená, že uživatel má přístup k hodnotám těchto konstant a může je měnit.

Po určení tohoto prvního bodu masky, se určí množina dalších bodů, které totu masku definují. k definování masky lze například použít devět bodů, viz obrázek 14. Umístění osmi dalších bodů lze stanovit například přechováváním nominálních adres umístění pro všechny body masky v procesoru 54,

stanovením odstupů mezi aktuálními a nominálními umístění prvního bodu masky a následně přičtením stejného odsazení k nominálním umístěním všech dalších bodů masky. Níže uvedené rovnice (6) a (7) matematicky vyjadřují tento postup pro stanovení druhého bodu masky.

$$A2_{řada} = A2_{řada \in BBRAM} - (A1_{řada} - A1_{řada \in BBRAM}) = A2_{řada \in BBRAM} - A1_{řada} + A1_{řada \in BBRAM} \quad (6)$$

$$A2_{sloup} = A2_{sloup \in BBRAM} - (A1_{sloup} - A1_{sloup \in BBRAM}) = A2_{sloup \in BBRAM} - A1_{sloup} + A1_{sloup \in BBRAM} \quad (7)$$

Podobné rovnice se použijí ke stanovení řadových a sloupcových umístění každého dalšího bodu masky, které jsou u výhodného provedení uvedeného algoritmu označeny jako body 3 až 9.

Pixely na nominálním obvodu masky lze také ukládat v paměti procesoru. Tento nominální obvod lze stanovit matematicky z nominálních adres devíti bodů, které definují masku. Nebo lze pro vstup tohoto nominálního obvodu do paměti procesoru použít grafický program. Na vstupním monitoru 62 může být například vytvořeno zobrazení ukazující devět bodů, které definují masku a pohybem kurzoru mezi těmito body lze vysledovat obvod masky. Při pohybu kurzoru z pixelu na pixel při se může do paměti procesoru přidat adresa každého každého pixelu na obvodu masky vykreslovaného pomocí kurzoru. Aktuální obvod masky, která je navrstvena na jakémkoliv

aktuálním obraze, lze následně stanovit přičtením výše zmíněných posunutí y a z vypočtených pro příslušný obraz k adresám každého pixelu nominálního obvodu masky.

c) Ověření umístění pásu

Jaak ukazuje obr. 14 obrys dopravníkového pásu 32 lze spatřit na obraze vytvořeném na pixelovém poli 46. Pokud by tento pás 32 zasahoval do oblasti masky, potom by mohl být milně grafickým procesorem 54 považován za čočku. Aby se tomuto zabránilo, vytvoří se maska menší než maximálně možná. Polohu pásu lze rovněž stanovit v uvedeném obraze provedením průzkumu podél průzkumových vektorů, jak jsou znázorněny na obrázku 14. Protože provedení průzkumu podél vektorů l_n identifikuje body, neboli pixely na horní hraně pásu, jsou tyto pixely v jedné přímce. Tato přímka reprezentuje horní hranu dopravníkového pásu a pokud tato přímka protíná v jakémkoliv místě hranici masky, potom se generuje chybný signál pouzdro se vyřadí. Výhodně k tomuto případu dojde pouze v případě, kdy se pás 32 vychýlí ze své normální polohy.

Segmentace obrazu

Dále v procesu označeném jako segmentace, se oblast obrazu uvnitř výše uvedené zpracovatelské masky rozdělí do menších částí a předměty uvnitř tohoto obrazu jsou identifikovány. U výhodného algoritmu použitého v systému 10, se obraz segmentuje podle náhlých změn v úrovni šedi. Singulární body nebo linie nejsou tak důležité pro nalezení jako celé hrany objektů.

a) Detekce hran

Vektor In obraz na pixelovém poli 46 kamery lze popsat jako funkci řadové a sloupcové pozice na senzoru. Za účelem odlišení objektů od šumu pozadí na obraze, se použije gradientový operátor. Výhodný algoritmus vyhledává nejprve hrany uvnitř obrazové plochy a následně tyto hrany analyzuje, aby se zjistilo zda by se mohlo jednat o hranu čočky.

Výhodným způsobem použitým k vyhledávání hran uvnitř oblasti masky je aproximace dvourozměrné částečné difference jasových hodnot, nebo úrovní šedi, zobrazovací funkce $f(x,y)$. Dva rozměrové gradienty obrazu mohou být vyjádřeny následujícím vektorovým vzorcem.

$$G[f(x,y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

Velikost gradientového vektoru lze aproximovat součtem absolutních hodnot dvou parciálních derivací zobrazovacích funkcí.

$$G[f(x,y)]_{\text{velikost}} = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = |G_x| + |G_y| \quad (9)$$

Horizontální a vertikální operátor, známý jako Sobelův operátor, lze získat substituováním vertikálního a horizontálního hranového operátoru $V_{i,j}$ a $H_{i,j}$ pro G_x a G_y .

$$\text{Sobelův Operátor (Horizontální + Vertikální)} = |V_{i,j}| + |H_{i,j}| \quad (10)$$

Samotné $V_{i,j}$ a $H_{i,j}$ se určí z 3 x 3 kernelového operátoru daného rovnicemi (3) a (4).

Absolutní hodnoty $V_{i,j}$ a $H_{i,j}$ jsou použity Sobelovým operátorem proto tato operace není citlivá na směr gradientu s ohledem na sledovaný bod $P_{i,j}$. U Sobelova operátoru není nezbytné, aby byl směrově citlivý protože hrany čocky se tak mění co se týče jejich polohy a směru, že neexistuje žádná výhodná geometrie, která by je mohla detekovat. Tudiž žádná z jednoduchých technologií použitých v oblasti polovodičového průmyslu, jakou je například inspekce sendvičových struktur za použití metodiky zlatého obrazu, by nefungovala v souvislosti s kontaktními čockami účinně. Úplná segmentace obrazu a klasifikace, které nejsou pouze vzorovým sdružováním, je žádoucí k detekování čocky v pouzdře 66.

Použití zpracovatelské masky ušetří více než jeden milion matematických operací na obraz, a umožní provádět kontrolu sad 30 vaničkovitých pouzder během relativně krátké doby. Za účelem provedení, Sobelův operátor vyžaduje, aby se pro každý bod v daném obrazu sečetly dvě 3 x 3 kernely. Jeden 3 x 3 kernel operující s obrazovou maticí 640 x 240 by vyžadovala 1 398 276 operací, to znamená 9 operací na každých 642 x 242 paměťových lokalit. Zpracovatelská maska se umístí v místě, kde se očekává existence čocky a například může být obsazeno méně než 3200 pixelů, které si vyžádají méně než 31 000 operací na 3 x 3 kernel. Sobelův hranový operátor skutečně provádí 19 operací na pixel, což je celkově o něco více než 64 500 operací na 3 200 pixelů překrytých uvedenou zpracovatelskou maskou. Jak lze

předpokládat, aby bylo použití této mnohem menší pixelové oblasti účinné pro stanovení toho, zda uvedené pouzdro obsahuje čočku, je důležité skutečně přesné umístění této masky. Pro to je zase žádoucí, aby byly přesně umístěny znaky pouzdra, které se používají k umístění uvedené masky.

b) Sledování objektu

Potom, co jsou hrany objektů uvnitř uvedené masky identifikovány, dává uvedený algoritmus přiřazuje hrany k objektům. Jakýkoliv vhodný postup pro stanovení spojitosti může být k tomu použit, a například hrany mohou být uvedeny přiřazeny k objektům pomocí způsobu, který lze označit jako analýzu osmičlenné spojitosti. U tohoto postupu pokud je nalezen první pixel, který je na hraně příslušného objektu, potom se prozkoumá osm bezprostředně sousedících pixelů v jednom směru, za účelem nalezení druhého hranového pixelu. Pokud je nalezen druhý hranový pixel, je považován rovněž za pixel, který leží na hraně příslušného objektu a průzkumový postup se zopakuje na osmi bezprostředně sousedících pixelech ve stejném směru za účelem vyhledání třetího hranového pixelu. Tento postup se opakuje až do okamžiku, kdy je nalezen buď konec hrany nebo v případě, že hrana tvoří uzavřenou smyčku, až do okamžiku, kdy se hrana vrací k prvnímu hranovému pixelu příslušného objektu, přičemž tento postup se označuje jako sledování hrany nebo sledování objektu.

Obrázek 16A a 16B ilustruje tuto analýzu osmičlenné spojitosti poněkud podrobněji. Na obrázcích 16A a 16B, je každý pixel pro lepší ilustraci průzkumu okolo každého pixelu reprezentován jedním bodem. Obrázek 16A ukazuje první pixel, P_{ij} , který byl identifikován jako pixel ležící na hraně objektu.

Osm bezprostředních pixelových sousedů se prozkoumá, v proti směru hodinových ručiček, přičemž výchozím pixelem je pixel bezprostředně nad $P_{i,j}$, za účelem nalezení pixelu, který má úroveň šedi vyšší než je předem stanovená mez. První pixel, který je nalezen, který splňuje tento test, se považuje za další hranový pixel, kterým je například na obrázku 16A pixel $P_{i,j+1}$.

V dalším kroku znázorněném na obrázku 16B se prozkoumá osm bezprostředních pixelových sousedů posledního nalezeného pixelu $P_{i,j+1}$, přičemž se začíná u pixelu ležícího bezprostředně nad tímto pixelem $P_{i,j+1}$ a pokračuje se proti směru hodinových ručiček za účelem nalezení pixelu, který (i) má úroveň šedi vyšší než je předem stanovená mez a (i) a není pixelem zjištěným bezprostředně předcházejícím průzkumem. První pixel, u kterého je zjištěno, že splňuje uvedený test, se považuje za další hranový pixel a na obrázku 16B je například označen jako pixel $P_{i,j+2}$. Tento sledovací proces pokračuje až do okamžiku, kdy se průzkum buď vrátí k pixelu $P_{i,j}$, nebo je průzkum vedený za účelem identifikování dalšího pixelu neúspěšný.

U výše uvedeného postupu jsou pixely, které jsou identifikovány jako pixely ležící na hraně specifického objektu, tvoří hranu neboli obrys toho, co je označeno jako sledovaný objekt, přičemž tvar sledovaného objektu se může lišit od tvaru původního obrazu objektu, který byl základem sledovacího postupu. To má za následek fakt, že vevýše popsané analýze osmičlenné spojitosti lze pixel identifikovat jako hranový pixel i tehdy pokud není skutečně na hraně uvedeného objektu. Od tohoto prvního pixelu ležícího mimo hranu, může algoritmus pokračovat ve sledování mimo skutečnou hranu obrazu až do okamžiku, kdy se na tuto skutečnou hranu vrátí.

Přesněji k tomu dochází v důsledku té skutečnosti, že kontrast, neboli rozdíl úrovní šedi mezi hranou obrazu objektu a oblastmi obrazu bezprostředně sousedícími s hranou objektu, se podél hrany objektu mění. Pokud je tento kontrast vyšší, tj. v případě že je hrana hrana objektu nakreslena jako silná, probíhá sledování analýzy osmičlenné spojitosti po hraně předmětu. Avšak pokud je kontrast nižší, tj. v případě, kdy je hrana objektu označena jako slabá, může analýza osmičlenné spojitosti označit pixel ležící na hraně za nehranový.

Možný rozdíl mezi skutečnou hranou obrazu objektu a sledovanou hranou lze lépe pochopit při prostudování obrázků 17A až 17D a 18A až 18D. Obrázky 17A až 17D ukazují čtyři typické objekty, které lze detekovat v uvedeném čočkovém pouzdře a obrázky 17A až 17D ukazují sledované hrany, které se získaly sledováním hran objektů z obrázků 17A až 17D za použití výše popsané analýzy osmičlenné spojitosti.

Všechny tyto objekty znázorněné na obrázcích 17A až 17D jsou obrazy čoček, avšak obrázky 17A a 17C ukazují obrazy nepřevrácených čoček a obrázky 17B a 17D ukazují obrazy otočených čoček.

Navíc celé hrany objektů znázorněných na obrázcích 17A a 17B jsou silné, zatímco hrany objektů zobrazených na obrázcích 17Ca 17D mají silné a slabé části. Vzhledem k jejich tvarům a síle nebo slabosti jejich hran jsou objekty zobrazené na obrázcích 17A až 17D označeny jako neotočená čočka, otočená čočka, neotočená čočka se slabou hranou a otočená čočka se slabou hranou. Jak ukazuje obrázek 17A až 17D hrany předmětu jsou

sledovány výhodně proti směru hodinových ručiček. Některé segmenty hran čočky znázorněné na obrázcích 17A až 17D se při sledování ztrácejí neboli eliminují, což má za následek obloukovitě neboli srpkovitě tvarovaný sledovaný objekt znázorněný na obrázku 18C a 18D. Pouze čočky nalezené pomocí Sobelových operátorů, u nichž se získají gradienty s vyšší hodnotou než je daná hodnota označená jako „edge_thr“ se uchová v paměti procesoru 54. Čočky částečně umístěné vně oblasti uvedené masky nabude vykazovat hranové znaky na okraji uvedené masky.

Protože celé hrany objektů znázorněné na obrázcích 17A a 17B jsou silné, analýza osmičlenné spojitosti sleduje aktuální hrany objektů po celých jejich hranách, viz obr. 18A a 18B. Analýza osmičlenné spojitosti rovněž sleduje silné části hran objektů znázorněných na obr. 17C a 17D, avšak pokud tato analýza spojitosti dosáhne slabých částí hran těchto předmětů, analýza přerušuje sledování těchto aktuálních hran a přejde na hrany obrazu tvořené vyššími gradienty úrovně šedi.

Pokud je čočka uvolněna robotem 22, může se v pouzdru výhodně shrnout na jednu stranu. Volná hrana čočky, která je stále ještě v letu, se může přehnout přes část čočky zachycenou k pouzdru a položit se na ni. Obr. 17B ukazuje hranu takové přehnuté čočky jak ji lze spatřit na obrazu pouzdra vytvořeném na jednom ppixelovém poli 46, a obrázek 18B ukazuje obrys, který se vytvoří jestliže je hrana čočky sledována pomocí programu sledujícího objekt. Jak obecně ukazuje obrázek 19, pomocí algoritmu osmičlenné spojitosti se stanoví pouze obecný obrys tvaru čočky. Tvary jsou v dalším kroku doplněny označením objektů.

Druhý typ obrazové deformace má za následek segmentaci srpkovitě tvarovaného objektu, i když je uvedena čočka zcela uvnitř pole obrazu vymezeného maskou. Sledování objektu bude slábnout k následujícím slabým hranám. Přebytek vody na čočce například může eliminovat kontakt mezi čočkou a pouzdrům. To zase zmenšuje kontakt viditelný na mokré hraně čočky. Podobná deformace se objeví v případě, že čočka leží částečně vně okraje masky. Tam, kde čočka protíná prostorový okraj masky neexistuje žádná fyzická hrana čočky, která odráží světlo odlišně pixel od pixelu. Takže v tomto případě se objevuje pouze slabý signál označující hranu. Jsou zde rovněž menší kolísání, co se týče jasnosti v nahodilých oblastech interiéru čočky způsobených záhyby na čočce a ty mohou být sledovány namísto signálů zeslabené hrany. V důsledku čehož nemohou být protilehlé strany čočky spojeny pomocí sledování, přičemž se vytvoří srpkovitý tvar.

Zeslabené hrany čoček by se mohly rozlišit pomocí zpracovatelské desky 54, v případě, že by se nastavil nízký definovatelný parametr „edge_thr“. Avšak osvětlovací subsystém 14 se výhodně navrhne tak, aby světlo, které produkuje, poskytovalo maximální kontrast pro všechny objekty pod kamerou a nižší hodnoty „edge_thr“ způsobí, že algoritmus identifikuje jako objekty více znaků povrchu pouzdra.

Sledování předmětu je ukončeno potom, co se opět dosáhne původního výchozího bodu pro daný předmět. Zpracovatelská deska 54 zkoumá všechny pixely v oblasti masky s dostatečným gradientovým výsledkem získaným pomocí Sobelovi operace. Potom, co se najde jeden takový pixel, procesor 54 nalezne

všechny takové sousední pixely, procesor pokračuje v prohledávání sousedních pixelů až do okamžiku, kdy se opět lokalizuje první pixel. Objekt je potom považován za nalezený. Grafický procesor 54 opakuje tento cyklus pro všechny pixely uvnitř obvodu masky.

c) Označování objektů

Všechny nalezené objekty jsou následně označeny. V průběhu označování je všem pixelům uvnitř každého objektu dána stejná předem stanovená úroveň šedi, která je výhodně pro každý objekt jiná. Tyto předem stanovené hladiny šedi mohou odpovídat řadě identifikačních barev identifikovaných v displayové vyhledávací jednotce a převedených na videesignál na monitoru 60. Zpravidla ze účelem označení hodnot úrovně šedi na pixelech uvnitř každého objektu, procesor 54 identifikuje okrajové podmínky pro uvedený objekt a následně přiřadí každému pixelu uvnitř tohoto okraje vhodnou hodnotu šedi. Jakýkoliv standardní morfologický program lze použít k přidělení hodnot šedi pixelům uvnitř každého objektu, přičemž tento postup se označuje jako vyplnění objektu a vzhledem k tomu, že má každý objekt uzavřený obvod, je tento morfologický program jednoduchý.

V průběhu označování objektu, který je posledním krokem segmentačního procesu, je každému objektu přiřazeno několik číselných identifikátorů. Nejprve jsou uvedené objekty ocíslovány v pořadí, v jakém byly nalezeny, a výše zmíněné barevné hodnoty, které se přiřadí pixelům uvnitř každého objektu odpovídají číslu uvedeného objektu. Číselný údaj se rovněž generuje pro parametry označené jako obvod, plocha, poměr stran objektu a komplikovanost.

Obvod objektu se definuje jako celkový počet pixelů nalezených na hraně uvedeného objektu. Co se týče obrázku 18, poměr stran objektu se definuje jako poměr a/b , a plocha objektu se definuje jako hodnota zjištěná výpočtem součinu $a \cdot b$, kde a a b jsou šířka resp. výška uvedeného objektu. Šířku lze rovněž definovat jako délku nejdelšího přímkového segmentu, který lze nakreslit přes objekt ve směru kolmém k přímce X_1X_2 , a výška objektu může být definována jako délka nejdelšího přímkového segmentu, který může být veden přes uvedený objekt ve směru paralelním s přímkou X_1X_2 . Je zřejmé, že parametr označený jako plocha nemusí představovat přesnou velikost objektu, ale spíše bude tento parametr označovat velikost nejmenšího pravoúhelníku, označeného jako ochraničující okno, které zcela ochraničuje uvedený objekt.

Složitostní parametr měří složitost tvaru uvedeného předmětu a zejména označuje relativní četnost směrových změn na okraji uvedeného objektu. Složitost lze například definovat jako poměr p^2/A , ve kterém p znamená délku obvodu uvedeného objektu a A znamená výše zmíněnou plochu uvedeného objektu. Poměr stran, plocha a složitost uvedeného objektu lze vyjádřit pomocí následujících matematických vzorců:

$$\text{Poměr stran} = \frac{a}{b}$$

$$\text{Plocha} = (\text{Velikost ochraničujícího okna}) = a \cdot b$$

$$\text{Složitost} = \frac{P^2}{A}$$

Každému objektu se tedy přiřadilo číslo, barva a čtyři další číselné deskriptory. Číslo a barva objektu se použijí pro další účely, přičemž hodnoty plochy, obvodu, poměru stran a složitosti přiřazené k objektu se použijí pro klasifikační účely.

Vícenásobná klasifikace objektů

Každý objekt nalezený uvnitř masky se považuje za možnou čočku (tzv. kandidáta na čočku) a po ukončení segmentace objektů je každý kandidát na čočku zpracován neboli klasifikován podle klasifikačního algoritmu. Výhodně se klasifikace všech objektů, které se nacházejí uvnitř masky provádí pomocí klasifikátoru na bázi lineárního dělení.

V praxi lze použít celou řadu vhodných klasifikátorů na bázi lineárního dělení, a například obr. 20 ukazuje jednoduchou dvourozměrnou lineární klasifikaci. Přesněji obr. 20 ukazuje vynesení dvou skupin objektů do grafu x-y. První skupina těchto objektů, označených jako č. 1, nejsou čočky, a druhá skupina objektů označených jako č. 3 jsou čočky. Osy x a y na obrázku 20 mohou reprezentovat jakékoliv dva výše zmíněné nebo další parametry uvedených objektů, to způsobí, že zakreslením uvedených dvou skupin objektů do grafu se vytvoří odsazené skupiny.

Seskupování data-hodnot podle číselných deskriptorů, viz obr. 20, se může provést, pokud jsou zobrazené obrazy segmentovány. Charakteristické obrazy dosáhnou takového seskupení pouze v případě, že číselné deskriptory korelují s

nezávisle rozlišitelnými znaky objektů podle testu. Například osa znaku 1 na obrázku 20 by mohla reprezentovat velikost.

Jak ukazuje obrázek 20 přímku lze snadno nakreslit oddělením objektů označených číslem jedna od objektů označených číslem tři. Ve skutečnosti alespoň dvě oddělující a dobře definované dělicí hranice, tj. jasné rozlišení mezi čočkami a ne-čočkami, přičemž data zakreslená do grafu na obrázku 20 neukazují jasné, která z těchto dělicích hranic je nejlepší. Vzorky 1 a 3 se jeví jako by byly správně klasifikované oběma hraničními čarami, tj. jsou na správné straně každé čáry. Ačkoliv je mezi uvedenými dvěma hraničními čarami značná plocha a objekt identifikovaný jako vzorek 2, by mohl být vnesen mezi uvedenými dvěma hranicemi, přičemž by zjevně nepatřil ani k jednomu z obou dvou zobrazených skupin vnesených objektů. Vzorek 2 by mohl být například větší vodní kapkou nebo přeloženou čočkou. Vzhledem k tomu, se u výhodného provedení postupu klasifikujícího objekty použilo ke stanovení lineární klasifikace více informací.

Počáteční testy na prototypu systému ukazují, že přibližně 70 procent rozdělení bylo správných, v případě, že byla tato rozdělení provedena zcela na základě parametrů, kterými jsou plocha a obvod. Výcerozměrová dělicí funkce zvyšuje přesnost těchto dělení. Aby byla klasifikace nejúčinnější, použije se na bázi derivace dělicí funkce. Uvedená dělicí funkce je výhodně čtyřrozměrná funkce, popsána následující rovnicí:

$$D_i = \omega_a A_i + \omega_p P_i + \omega_r R_i + \omega_c C_i + \omega_5 \quad (14)$$

Rovnice (14) se označuje jako dělicí funkce, protože klasifikuje každý objekt i , pro všechny objekty uvnitř plochy vytýčené maskou. Popisovači objektů A , P , R a C , jsou hodnoty příslušné plochy, obvodu, poměru stran a složitosti změřenými nebo stanovenými pro každý objekt v každém obraze v průběhu označování objektů. ω_a , ω_p , ω_r , ω_c a ω_5 se označují jako klasifikační zvažovací vektory. ω_a , ω_p , ω_r a ω_c reprezentují závažnost hodnot plochy, obvodu, poměru stran a složitosti přiřazeným k uvedenému objektu a ω_5 je konstantní hodnota.

Hodnoty mohou být přiřazeny k zvažovacím vektorům tak, že v případě, kdy je D_i větší než 0, potom je objekt i označen jako ne-čočka, zatímco pokud je D_i menší než nula nebo rovno nule, potom je objekt i označen jako čočka. Vyjádřeno matematicky:

$$\begin{aligned} \text{Třída objektu} &= \text{Ne-čočka pokud } D_i > 0 \\ &= \text{čočka pokud } D_i \leq 0 \end{aligned} \quad (15)$$

Výhodně jsou hodnoty přiřazeny zvažovacím vektorům tak, že více než 99 procent rozdělení je správných.

Za účelům přesného identifikování objektu do třídy čočka nebo ne-čočka, pro tisíc objektů, s překrývajícími se deskriptorovými hranicemi, se vektorové konstanty rovnice (14) modelovaly na počítači ze použití Perceptronového algoritmu. Perceptronové algoritmy jsou v daném oboru známé a ke stanovení hodnot pro zvažovací vektory v rovnici (14) lze použít jakýkoliv vhodný algoritmus. Perceptronové algoritmy jsou diskutovány například v článku „Pattern Recognition Principles“, Touem a Gonzálem, publikovaném společností Addison-Wesley Publishing Company (1974). Zpravidla je Perceptronovým

algoritmem deterministický vzorový klasifikátor. Nebyly provedeny žádné pokusy, pokud se týče statistického vztahu mezi matematickými deskriptory objektů, které mají být klasifikovány. Uvedený Perceptronový algoritmus je deterministický v tom, že předpokládá existenci řešení.

Přítomná data jsou před výpočtem rozděleny do dvou tříd. Data-vzory ne-čočkových deskriptorů jsou všechny vynásobeny -1. Například pokud x_i reprezentuje sadu zkušebních vzorů obsahujících numerické deskriptory A, P, R a C, potom se dosáhne řešení, kterým je zvažovací vektor ω' , ve kterém $\omega' x_i > 0$, a $\omega' = \omega_a, \omega_p, \omega_r, \omega_c$ a ω_5 .

Obrázek 21 je příkladem složitosti skutečného data čočkového ověřovacího systému. Tento obrázek reprwzementuje pouze 300 data-bodů a pouze v třírozměrném prostoru. I když jsou obrazy, ze kterých jsou data na obrázku 21 odvozeny reprezentanty ideálních čoček a vodních kapek, nejsou zde snadno definovatelné skupiny. Za účelem zlepšení přesnosti klasifikace se výhodně použije vícerozměrný povrch, jakým je čtyř nebo pěti rozměrný povrch jako hranice.

Potom, co se stanovily vhodné hodnoty pro $\omega_a, \omega_p, \omega_r, \omega_c$ a ω_5 pomocí Perceptronového algoritmu, vkládá se permanentně do paměti procesorové desky 54 rozhodovací funkce. Di se následně použije ke klasifikaci každého objektu, na který se uvnitř oblastí každého obrazu vytýčených maskou narazí.

Vlastní charakterizace uvedených objektů, jejich číselných deskriptorů a konečné modelování klasifikačních zvažovacích vektorů rozhodovací funkce pomáhá uvedenému systému 10

dosáhnout velmi vysokého stupně přesnosti. Aby se zvýšila přesnost uvedeného modelu, použije Perceptronový algoritmus koncepce příznivého a nepříznivého vyhodnocení. V podstatě všechny data-vzory ze zkušební sady jsou zpracovány pomocí vektorového modelu $k^{\text{th}} \omega'$ a pokud nejsou rozhodnutí správná, potom se ω' zvýší faktorem c pro pokus $(k+1)^{\text{th}}$. Nepříznivé vyhodnocení znamená, že uvedený počítač to musí překalkulovat a příznivým vyhodnocením je ukončení kalkulace.

Za účelem stanovení jedné sady zvažovacích faktorů, analyzuje se osmdesát obrazů pouzder a zpracuje. Z těchto osmdesáti pouzder čtyřicet obsahovalo čočky a čtyřicet nikoliv. Vodní kapky různých velikostí se umístilo na čtyřicet pouzder, která neobsahovala čočky. Číselné deskriptory pro každý objekt nalezený uvnitř zpracovateských masek umístěných na uvedených obrazech pouzder se zaznamenaly a celých 80 obrazových polí numerických deskriptorů se zpracovalo pomocí Perceptronového klasifikačního algoritmu. Pomocí těchto perceptronových výpočtů získáme vektor mající formu rovnice (14). Nahrazením klasifikačních zvažovacích vektorů ω_a , ω_p , ω_r , ω_c a ω_s výsledky Perceptronového výpočtu se získá rovnice (16).

$$D_i = (4352)A_i + (19112)P_i - (334545,75)R_i - (129398,36)C_i - 731538 \quad (16)$$

Při testování se ke klasifikaci každého objektu uvnitř masek několika tisíc obrazů pouzder použil grafický procesor 54 používající rovnici (16). Uvedený procesor klasifikuje každé pouzdro a označí ho jako „postrádající čočku“ (missing) a „mající čočku“ (present). Přesněji, každé pouzdro se umístí buď do kategorie „mající čočku“ nebo do kategorie „postrádající čočku“ v závislosti na tom, zda uvedený procesor našel nebo nenašel v

kontrolovaném pouzdře čočku. Každý z těchto obrazů pouzder člověk-operátor rovněž pozoroval na monitoru 60 a hodnotil každé rozhodnutí procesoru 54 jako správné či nikoliv. To mělo za následek čtyři možné výsledky správné rozhodnutí „postrádající čočku“, nesprávné rozhodnutí „postrádající čočku“, správné rozhodnutí „mající čočku“ a nesprávné rozhodnutí „mající čočku“.

Z 6516 kontrolovaných pouzder procesor 54 správně identifikoval jako „postrádající čočku“ 272 pouzder, 64 pouzder identifikoval nesprávně jako „postrádající čočku“ a 4 pouzdra nesprávně identifikoval jako „mající čočku“.

Za účelem zlepšení ověřovacího systému se provedly další experimenty spočívající v analyzování a zpracování dalších obrazů pouzder, pomocí kterých se shromáždily další údaje pro numerické deskriptory. Vzorky těchto dalších dat jsou uvedeny v tabulkách na obrázku 22. Při těchto testech byla provedena klasifikace každého objektu nalezeného v oblastech vymezených maskami v závislosti na vzoru uvedeného objektu do jedné z množiny skupin označených jako : „kulatý“, „přeložený“, „pac-man“ a „na straně“. Mezní čára objektů, které by mohly být posouzeny tak, že spadají do více než jedné skupiny se z uvedených údajů vyloučily.

Celá tabulka na obrázku 22 zahrnuje pět sloupců informací. První sloupec uvádí velikost ohraničujícího okna, druhý sloupec uvádí složitost, třetí poměr stran, čtvrtý obvod a pátý sloupec uvádí typový kód charakterizující uvedený objekt.

V této tabulce jsou typické kulaté čočky reprezentovány číslem jedna v prvním sloupci zprava. Přeložené čočky, čočky na straně a pac-man čočky jsou reprezentovány kódy F, OS resp. P. Přeložená čočka se může nacházet kdekoliv uvnitř uvedené masky a může být přeložena jednou nebo dvakrát. Čočka na straně je patrná na hraně uvedené masky a není zcela viditelná. Čočky, které spadají do kategorie pac-man mají obecný tvar kruhové čočky, která má zeslabenou hranu. Uvedená zeslabená hrana se v případě, že se segmentuje jeví jako scházející plocha ve tvaru trojúhelníku. Obrazy vodních kapek jsou označeny kódem W. Pokud byl tento údaj zpracován perceptronovým algoritmem, nahradily se všechny kódy číselnými hodnotami. F, OS a P se nahradily číslem 1 a kód pro vodní kaapky W se nahradil číslem -1.

U těchto dalších experimentů se numerické deskriptory kompilovaly pro 328 objektů, z nichž polovinu tvořily čočky a druhou polovinu představovaly kapky vody. Tato data se vložila do Sun Microsystems Sparcstation 1, který je zkompiluje a provede výpočty pro perceptronový algoritmus. Výsledek tohoto zpracování ve formě lineární rozhodovací funkce, je uveden níže jako rovnice (17), která definuje čtyřrozměrnou hraniční rovinu.

$$D_i = (965)A_i + (2709)P_i - (98633,57)R_i - (7583,862)C_i - 536878 \quad (17)$$

Několik zpracovatelských desek se naprogramovalo na rovnici (17) a následně použilo ke klasifikování všech objektů uvnitř masek na šestnácti tisících obrazech pouzder. Tyto testy jsou shrnuty v tabulce a sloupcovém grafu na obrázku 23, které ukazují, že pouze přibližně 0,22 % pouzder bylo chybně

identifikováno jako pouzdra postrádající čočky a méně než 0,1% pouzder bylo nesprávně identifikováno jako pouzdra mající čočku.

Na závěr je třeba uvést že výše uvedený popis provedení vynálezu má pouze ilustrativní charakter a nikterak neomezuje rozsah vynálezu, který je jednoznačně vymezen ~~×~~ příloženými patentovými nároky.

1387-95

PATENTOVÉ NÁROKY

03. VII. 95
DOŠLO
11 4 0 8 1 8
CI

1. Způsob ověřování přítomnosti čočky v transparentním pouzdře, v y z n a č e n ý t í m , že zahrnuje
- posun pouzdra do kontrolní polohy,
 - vedení světelného paprsku skrze pouzdro a na zobrazovací rovinu, přičemž vzniká na zobrazovací rovině obraz uvedeného pouzdra,
 - generování sady signálů reprezentujících obraz na zobrazovací rovině, a
 - analyzování uvedené sady signálů za účelem stanovení toho, zda je v uvedeném pouzdru čočka přítomná, přičemž uvedený analyzační krok zahrnuje
- i) přiřazení určité váhy tomuto parametru, a
 - ii) vynásobení hodnot identifikovaných pro parametry příslušnou vahou přiřazenou uvedenému parametru za účelem stanovení zvážené hodnoty pro uvedený parametr,
 - sečtení zvážených hodnot pro uvedené parametry za účelem stanovení součtu zvážených hodnot parametrů, a
 - porovnání uvedeného součtu s předem nastavenou hodnotou za účelem zjištění, zda je uvedený objekt čočkou či nikoliv.

3. Způsob podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m , že identifikování hodnot pro množinu parametrů zahrnuje identifikování hodnot pro alespoň čtyři parametry; přičemž analyzování uvedených identifikovaných hodnot zahrnuje
- i) přiřazení váhy každému z uvedených parametrů a

ii) analyzování identifikovaných hodnot podle obecné rovnice:

$$D = \omega_a A + \omega_p P + \omega_r R + \omega_c C + \omega_s$$

ve které A, P, R a C znamenají hodnoty přiřazené uvedeným čtyřem parametrům, ω_a , ω_p , ω_r a ω_c znamenají váhy přiřazené uvedeným čtyřem parametrům, a ω_s je předem stanovená konstanta; a

identifikování označení objektu za čočku v případě, že D je záporné nebo rovno 0, a označení objektu jako objekt, který není čočkou v případě, že D je větší než 0.

4. Způsob podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m , že každý obraz nalezeného objektu má obvod a identifikování hodnot pro množinu parametrů zahrnuje stanovení délky obvodu uvedeného obrazu objektu.

5. Způsob podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m , že každý obraz nalezeného objektu má šířku a výšku a identifikování hodnot pro množinu parametrů zahrnuje:

stanovení šířky, a, a výšky, b, obrazu uvedeného objektu;

a

stanovení hodnoty A, pro jeden z parametrů podle rovnice

$$A = a b.$$

6. Způsob podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m , že každý obraz nalezeného objektu má šířku a výšku a identifikování hodnot pro množinu parametrů zahrnuje:

stanovení šířky, a , a výšky, b , obrazu uvedeného objektu;

a

stanovení hodnoty R , pro jeden z parametrů podle rovnice $R = a/b$.

7. Způsob ověření přítomnosti čočky v transparentním pouzdře v y z n a č e n ý t í m , že zahrnuje

posun pouzdra do kontrolní polohy;

vedení světelného paprsku skrze pouzdro a na pole pixelů za vzniku obrazu pouzdra na uvedeném poli pixelů;

generování příslušné jedné data-hodnoty reprezentující intenzitu světla dopadajícího na každý pixel alespoň ze skupiny pixelů na uvedeném pixelovém poli; a

analyzování uvedených data-hodnot za účelem stanovení toho, zda je v uvedeném pouzdru čočka přítomná, přičemž uvedený analyzační krok zahrnuje

i) identifikování vybrané oblasti obrazu pouzdra na pixelovém poli, a

ii) analyzování data-hodnot reprezentujících intenzitu světla dopadajícího na pixely v uvedené vybrané oblasti za účelem stanovení toho, zda je v uvedeném pouzdru přítomná čočka.

8. Způsob podle nároku 7, v y z n a č e n ý t í m , že uvedené pouzdro zahrnuje hranu a identifikování vybrané oblasti pouzdra oblasti zahrnuje

identifikování obrazu hrany uvedeného pouzdra; a

identifikování předem nastavené plochy obrazu čočky a předem nastavené vzdálenosti od obrazu hrany pouzdra.

9. Způsob podle nároku 8, v y z n a č e n ý t í m , že uvedené pouzdro dále zahrnuje dutinu a kryt probíhající přes uvedenou dutinu, přičemž uvedený kryt zahrnuje hranu, a identifikování vybrané oblasti obrazu uvedeného pouzdra dále zahrnuje dále zahrnuje identifikování uvedené předem nastavené plochy

10. Systém ověřování přítomnosti čočky v transparentním pouzdře, v y z n a č e n ý t í m , že zahrnuje:

transportní subsystém pro posun pouzdra do kontrolní polohy,

pole pixelů,

osvětlovací subsystém pro generování světelného paprsku a vedení tohoto světelného paprsku skrze pouzdro, které se nachází v kontrolní poloze a na poli pixelů za vzniku obrazu pouzdra na uvedeném poli pixelů;

generátor data-hodnot přiřazující každému pixelu alespoň ze skupiny pixelů data-hodnotu reprezentující intenzitu světelného paprsku na uvedeném pixelu; a

procesor zpracovávající uvedené data-hodnoty za účelem stanovení toho, zda je čočka přítomná v uvedeném pouzdru, či nikoliv, přičemž uvedený procesor zahrnuje

i) prostředek pro vyhledávání obrazů diskrétních objektů v obraze pouzdra,

ii) prostředek identifikující hodnoty pro množinu parametrů pro obraz každého nalezeného obrazu a analyzující identifikované hodnoty pro parametry obrazu každého objektu podle předem stanoveného postupu za účelem identifikování toho, zda je uvedený objekt čočkou či nikoliv, a

iii) generátor signálů generující signál oznamující přítomnost čočky v případě, kdy se obraz jednoho objektu nalezeného v obrazu pouzdra identifikuje jako čočka, a signál oznamující nepřítomnost čočky v případě, kdy není v obrazu uvedeného pouzdra nalezen žádný obraz objektu, nebo v případě, kdy není žádný ze všechny obrazů objektů nalezených v obraze pouzdra označen jako čočka.

11. Systém podle nároku 10, v y z n a č e n ý t í m , že prostředek identifikující hodnoty pro uvedené parametry zahrnuje:

prostředek přiřazující každému parametru váhu;

prostředek násobící hodnotu přiřazenou každému parametru vahou přiřazenou uvedenému parametru za účelem stanovení zvážené hodnoty pro uvedený parametr;

prostředek sčítající uvedené zvážené hodnoty uvedených parametrů pro každý obraz nalezeného objektu za účelem stanovení součtu zvážených hodnot obrazu uvedeného objektu;

a
prostředek porovnávající uvedený součet pro obraz každého nalezeného objektu s předem nastavenou hodnotou za účelem identifikování toho, zda je tento objekt čočkou či nikoliv.

12. Systém podle nároku 10, v y z n a č e n ý t í m , že každý obraz nalezeného objektu má obvod a prostředek identifikující hodnoty pro uvedené parametry dále zahrnuje prostředek pro stanovení délky obvodu každého nalezeného obrazu objektu.

13. Způsob podle nároku 10, v y z n a č e n ý t í m , že každý obraz nalezeného objektu má šířku, a , a výšku, b , a prostředek pro identifikaci hodnot pro uvedené parametry dále zahrnuje:

prostředek pro stanovení šířky, a , a výšky, b , obrazu každého nalezeného objektu; a

pro stanovení hodnoty A , pro jeden z parametrů pro obraz každého nalezeného objektu podle rovnice $A = a \cdot b$.

14. Systém pro ověřování přítomnosti čočky v transparentním pouzdře, v y z n a č e n ý t í m , že zahrnuje:

prostředek pro přidržení uvedeného pouzdra v kontrolní poloze;

pole pixelů;

osvětlovací subsystém pro vedení světla skrze pouzdro na poli pixelů za vzniku obrazu pouzdra na uvedeném pixelovém poli;

prostředek pro generování pro každý pixel alespoň ze skupiny pixelů v uvedeném pixelovém poli příslušnou jednu data hodnotu reprezentující intenzitu světla dopadajícího na uvedený pixel; a

zpracovatelský subsystém analyzující uvedené data hodnoty za účelem stanovení toho, zda je v uvedeném pouzdru přítomná čočka, přičemž uvedený zpracovatelský subsystém zahrnuje

i) prostředek pro identifikování vybrané plochy obrazu uvedeného pouzdra na uvedeném pixelovém poli; a

ii) prostředek pro analyzování data-hodnot souvisejících s pixely ve vybrané ploše obrazu uvedeného pouzdra za účelem stanovení toho, zda je čočka v uvedeném pouzdru přítomná.

15. Systém podle nároku 14, v y z n a č e n ý t í m , že uvedené pouzdro zahrnuje hranu a prostředek pro identifikování vybrané plochy obrazu uvedeného pouzdra zahrnuje:

prostředek pro identifikování obrazu uvedené hrany pouzdra; a

prostředek pro identifikování předem nastavené plochy obrazu uvedeného pouzdra předem nastavené vzdálenosti od obrazu hrany uvedeného pouzdra.

16. Systém podle nároku 14, v y z n a č e n ý t í m , že uvedené pouzdro dále zahrnuje dutinu a kryt probíhající přes uvedenou dutinu, přičemž uvedený kryt zahrnuje hranu, přičemž

prostředek pro identifikování vybrané plochy obrazu pouzdra dále zahrnuje prostředek pro identifikování obrazu uvedené hrany krytu; a

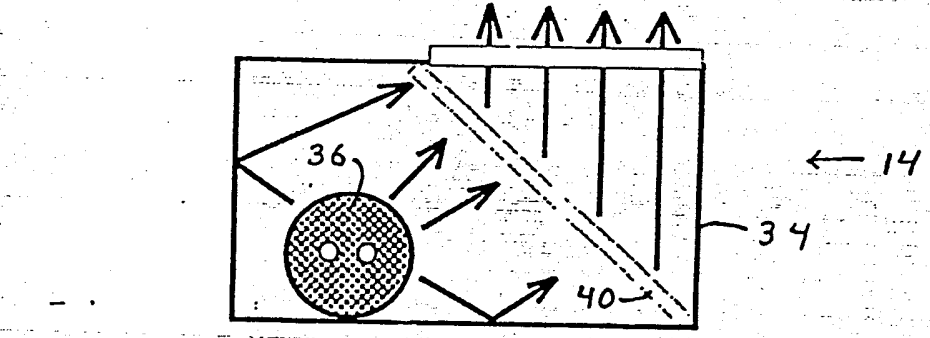
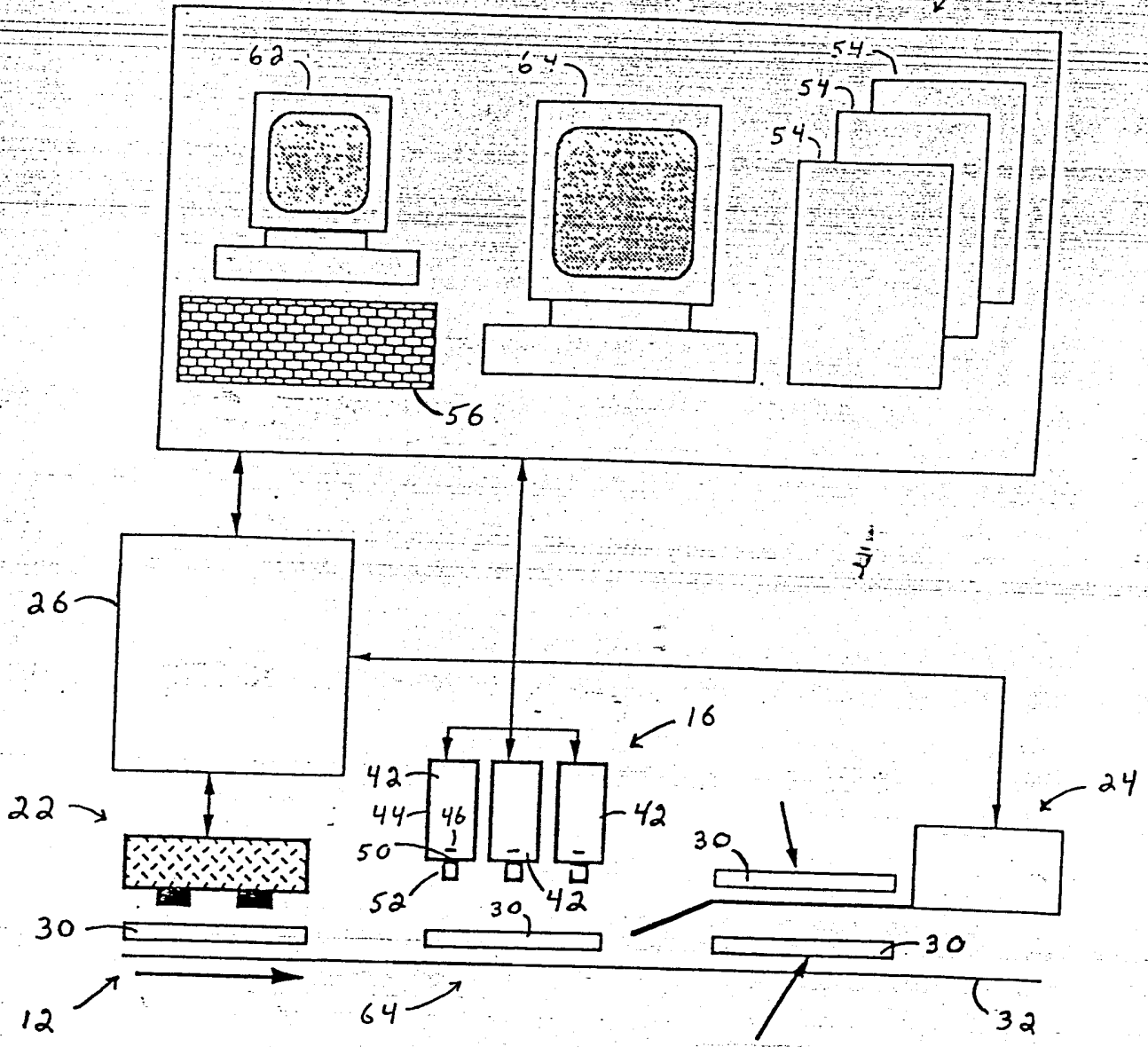
prostředek pro identifikování předem nastavené plochy obrazu pouzdra zahrnuje prostředek pro identifikování předem nastavené plochy předem nastavené vzdálenosti od obrazu hrany uvedeného krytu.

Zastupuje:

1387-95

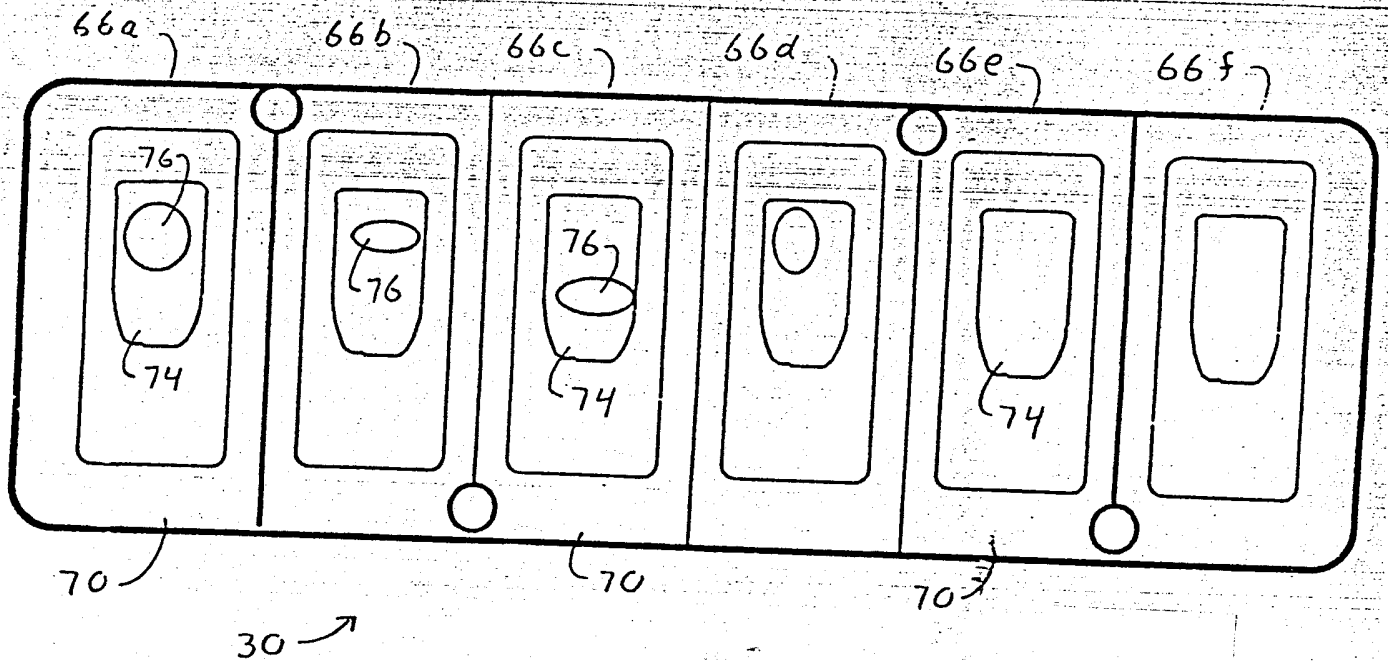
10

20

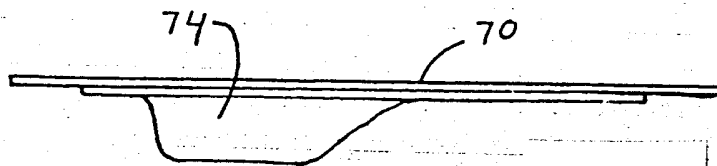


GRAD PRUM. VEHO VLASTNICI
 Obr. Dosio
 03. VI. 95
 14. 8. 18
 01

1387-95



Obr. 2



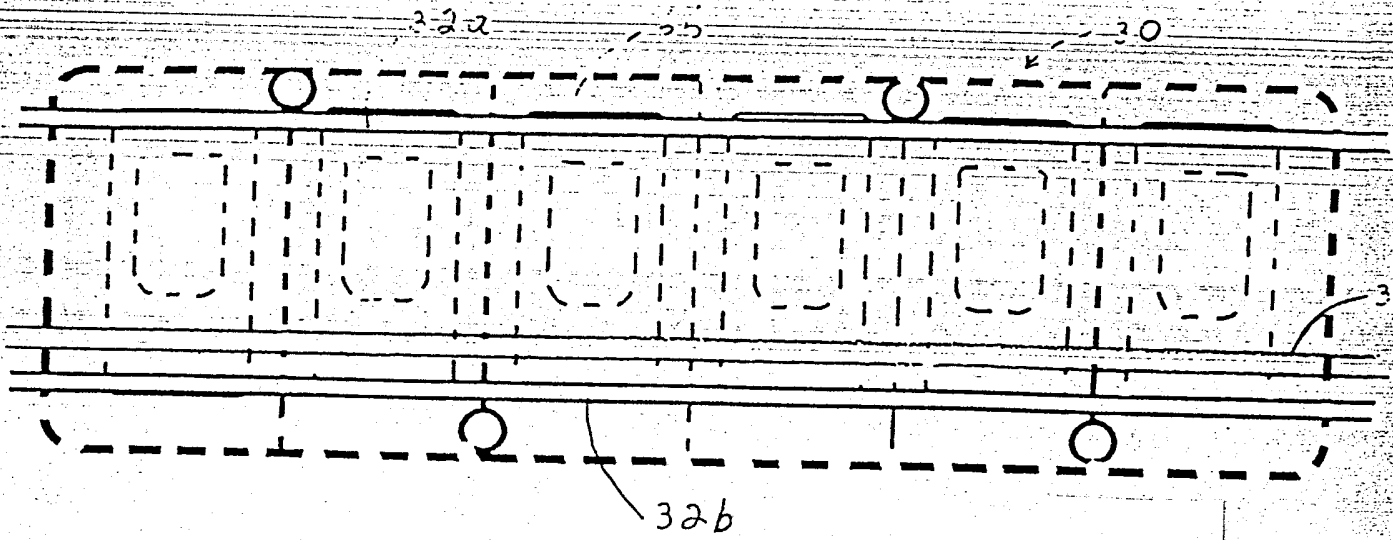
Obr. 3

URAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

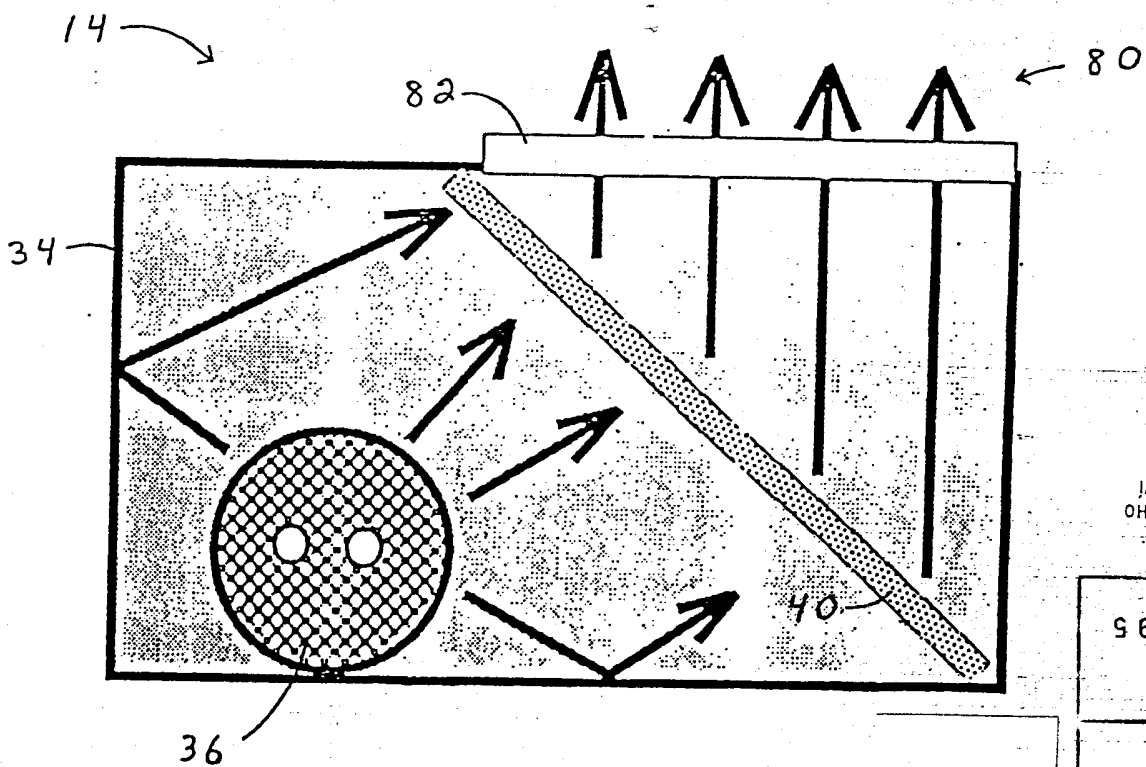
11 4 11 8 1 8
Došio
03. VII. 95

CI

1387-95



Obr. 4

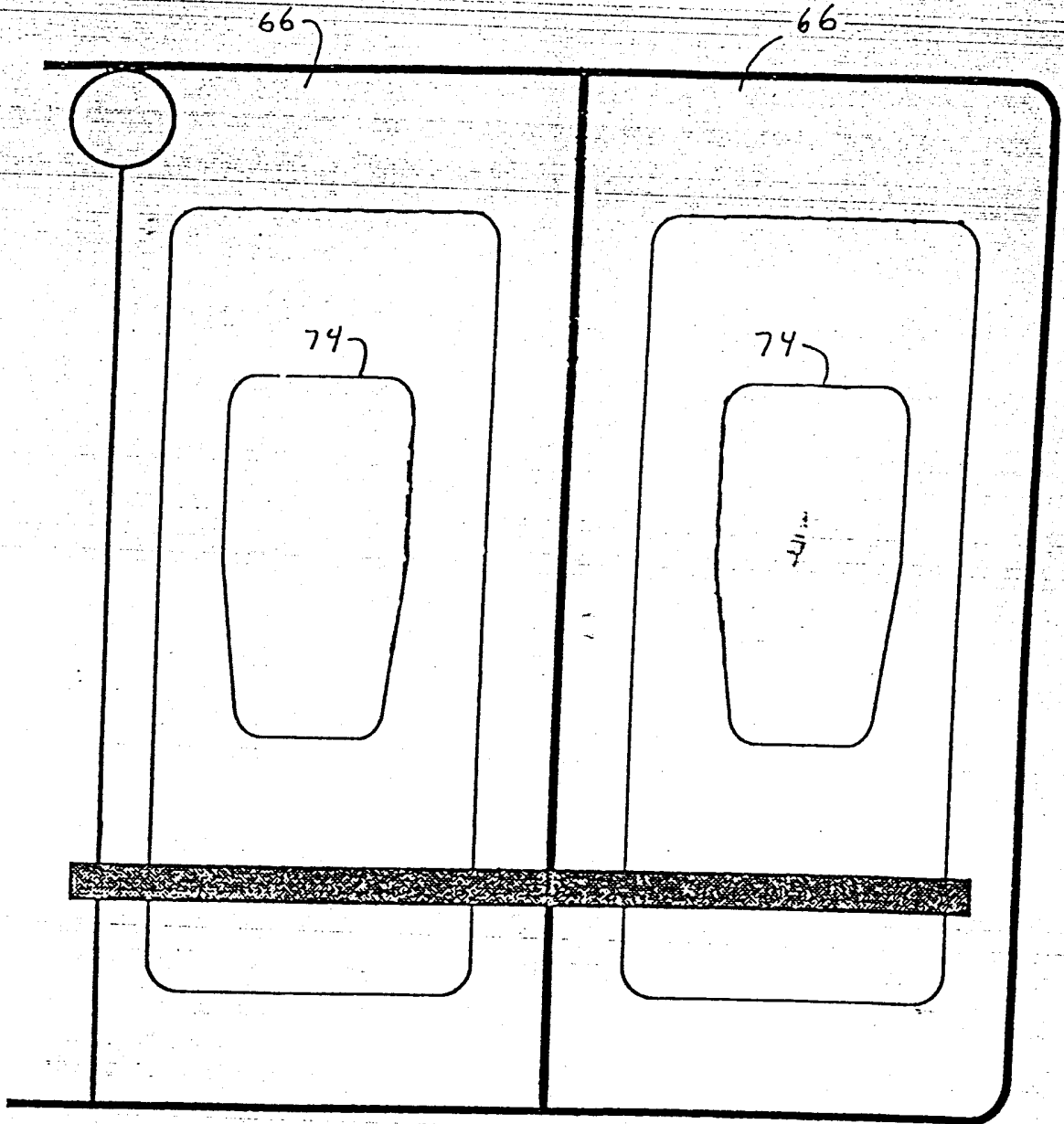


Obr. 5

URAD
PRUM. VEHO
VLASTNICI

03. VII. 95
Doslo
17. 8. 18
61

1387 95



Obr. 8

ÚRAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

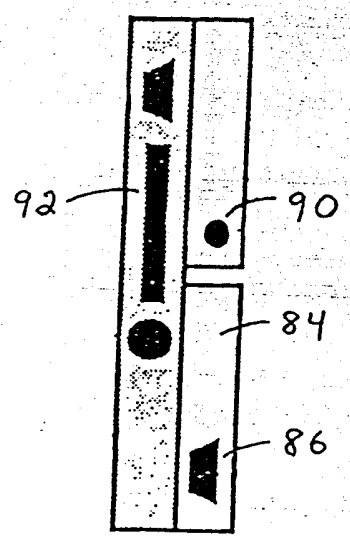
Čl.	40818
Došlo	"
03. VIII 95	

1387 95

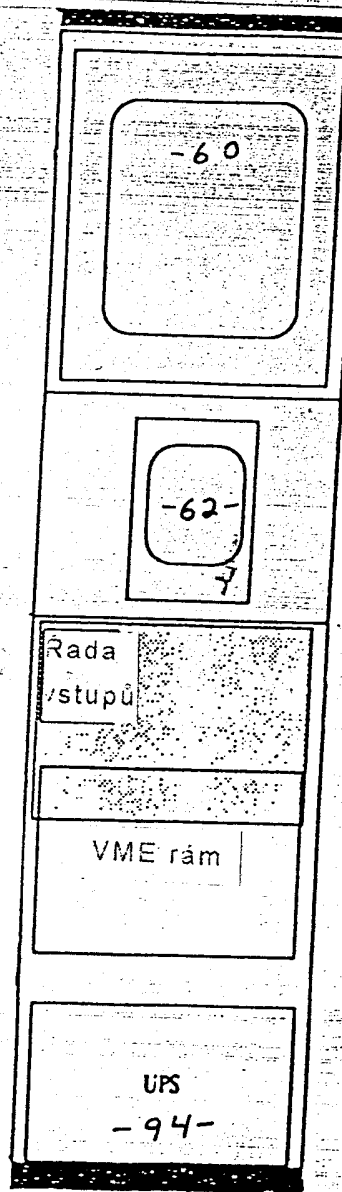
URAD
PRUMYSLOVOU
VLASTNOSTI

03. III. 95
Poslo
11 4 1 8 1 8
CI

54 →



Obr.9

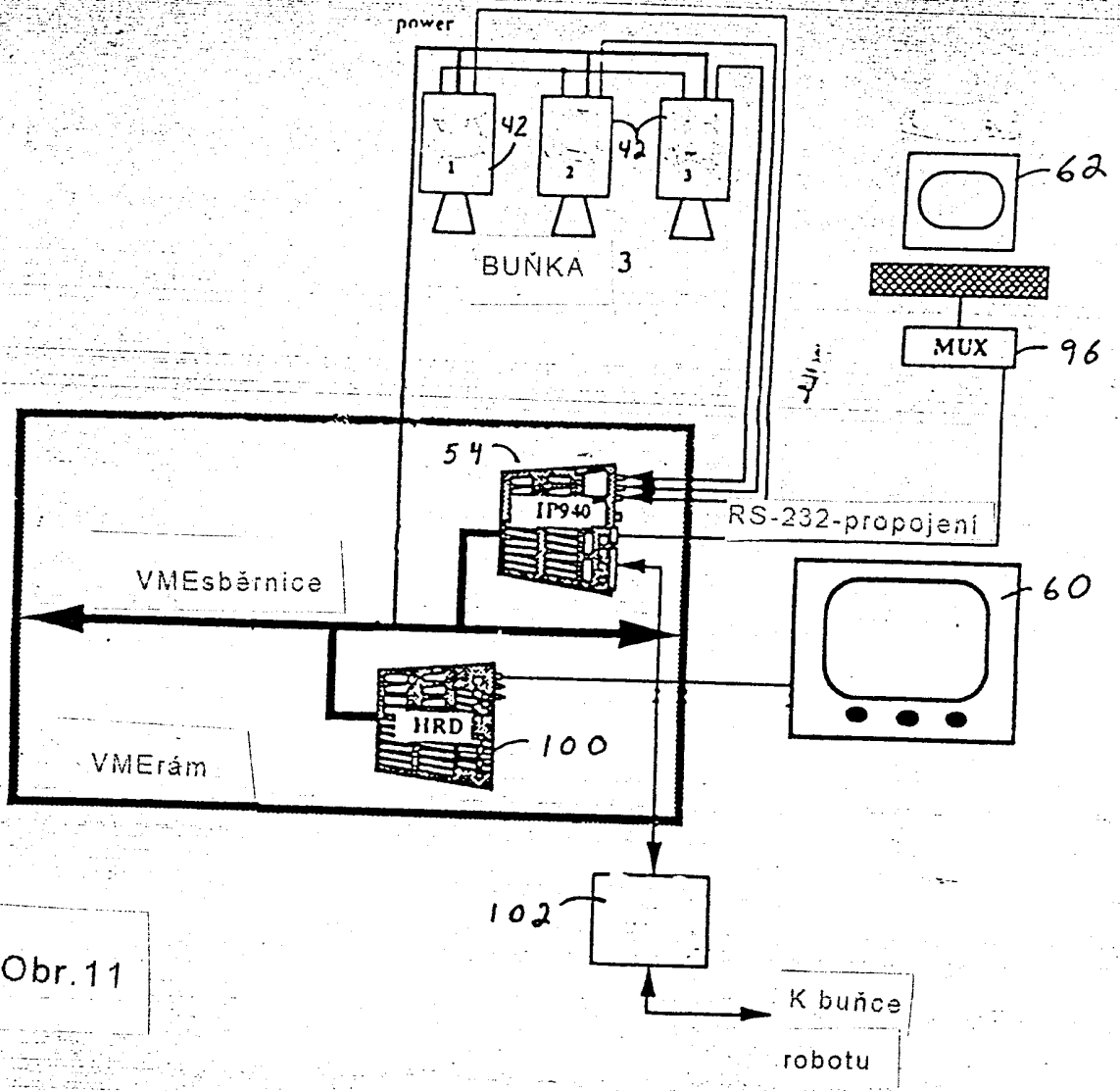


Obr.10

1387-95

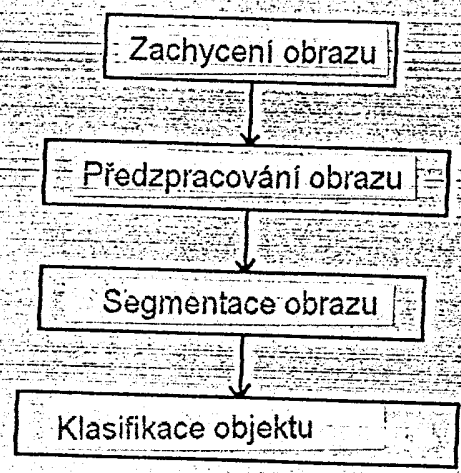
URAD
PRUM. SL. VEHO
VLASTNICI

03	11
95	18
Dosio	CI



Obr.11

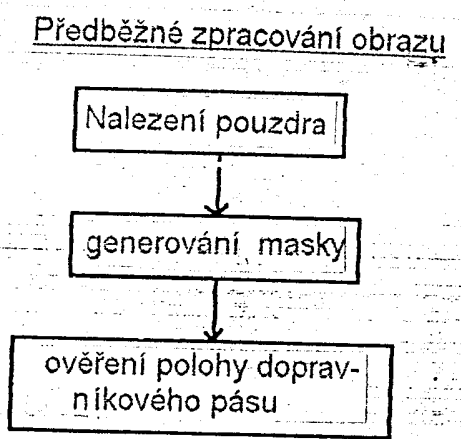
1387-95



PLASTICITA
PROJEKT
OBRAD

03. VI. 95
Došlo
11 408 18
GI

Obr. 12



Obr. 13

7307-95

PROYECTO DE LEY
N.º 11.418/88
DOSO
03/11/95
M. S. N. D. M. V.

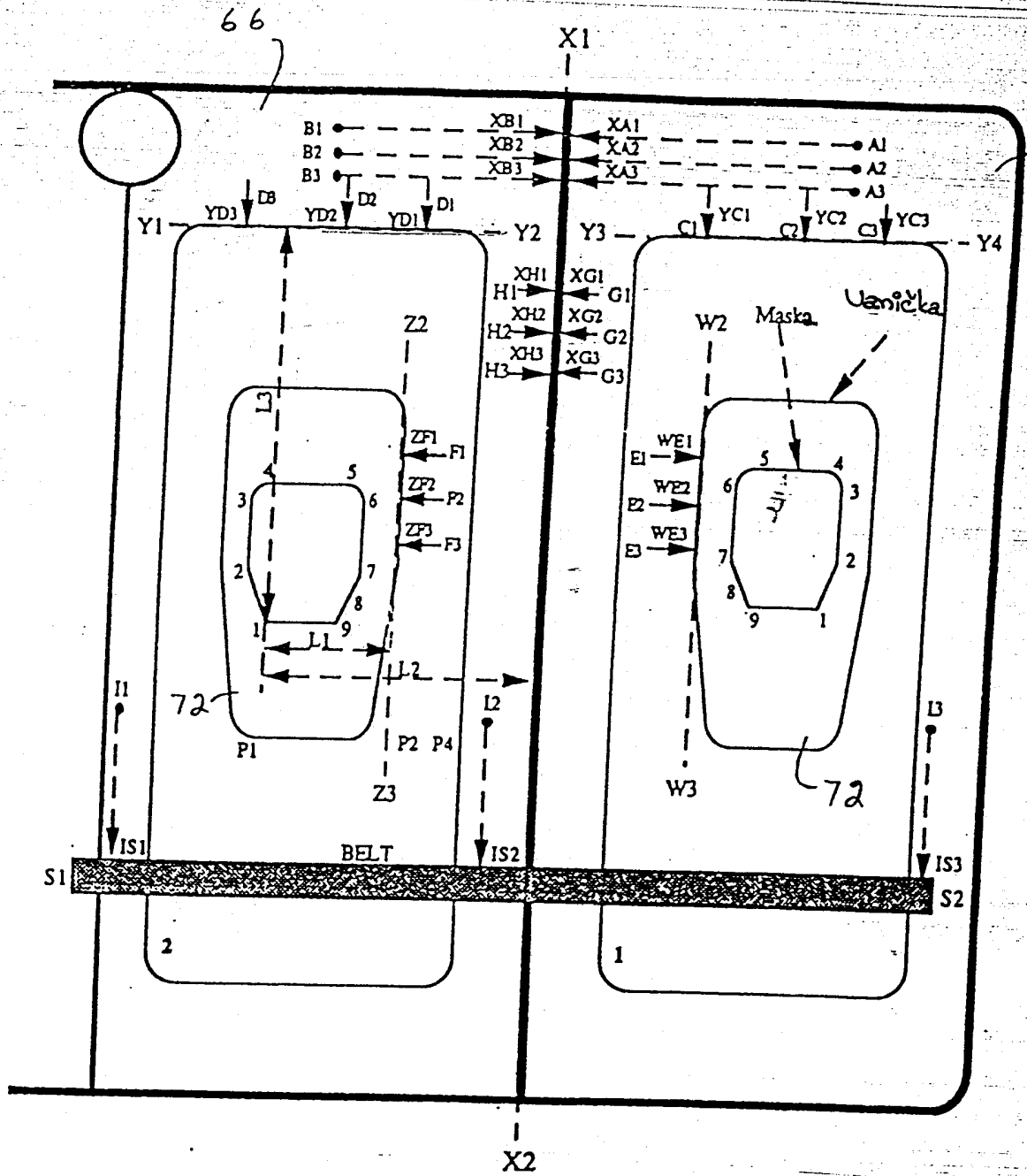
$P_{i-1,j-1}$	$P_{i-1,j}$	$P_{i-1,j+1}$
$P_{i,j-1}$	$P_{i,j}$	$P_{i,j+1}$
$P_{i+1,j-1}$	$P_{i+1,j}$	$P_{i+1,j+1}$

Obr. 15

1387-95

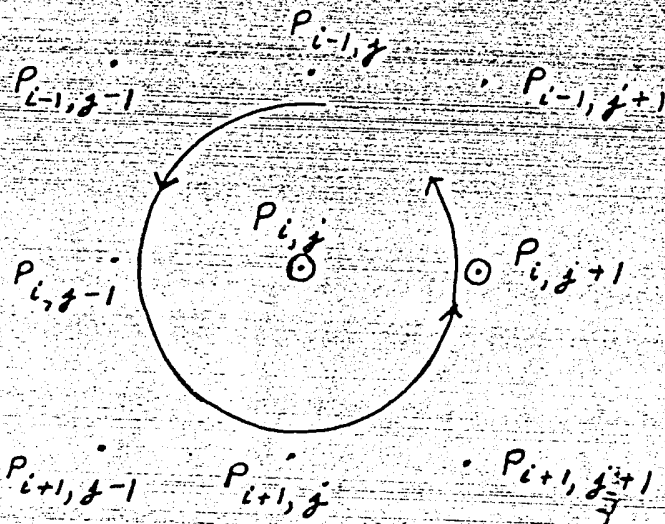
ÚŘAD
PRŮMYŠLĚNÉHO
VLASTNICTVÍ

03. VII. 95	Doslo	4. 11. 81	81
-------------	-------	-----------	----



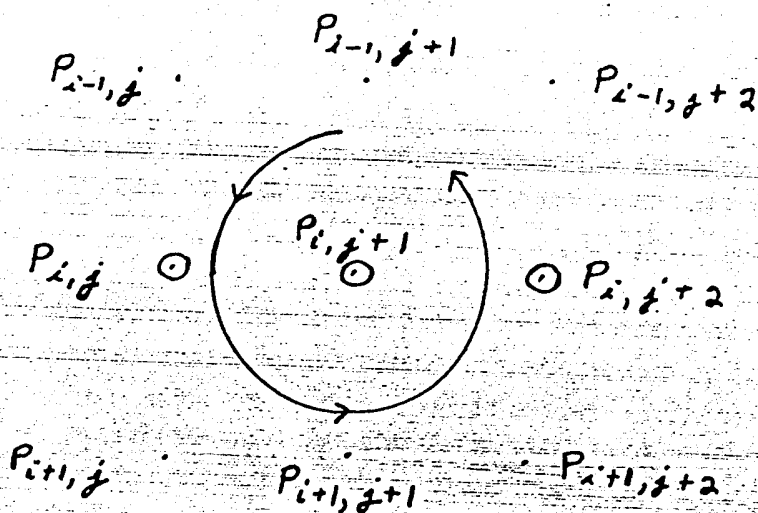
Obr. 14

GRAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASNICTVÍ

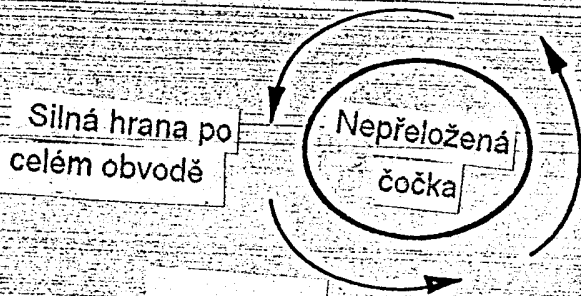


03. VII. 95
DOSLO
1140818
01

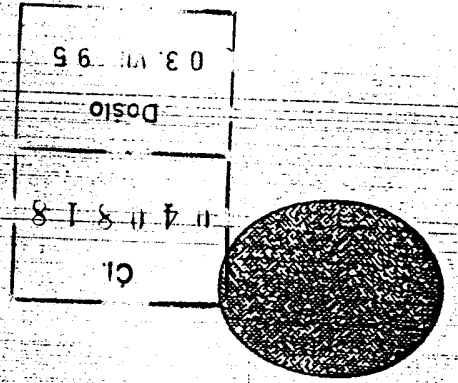
Obr. 16A



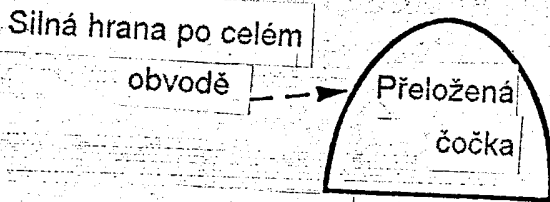
Obr. 16B



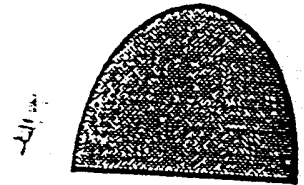
Obr. 17A



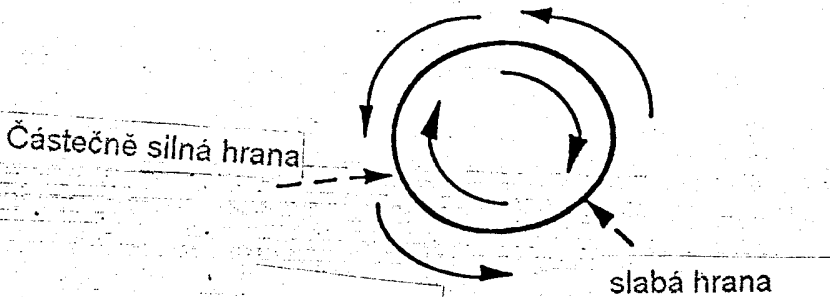
Obr. 18A



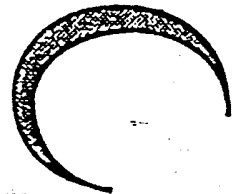
Obr. 17B



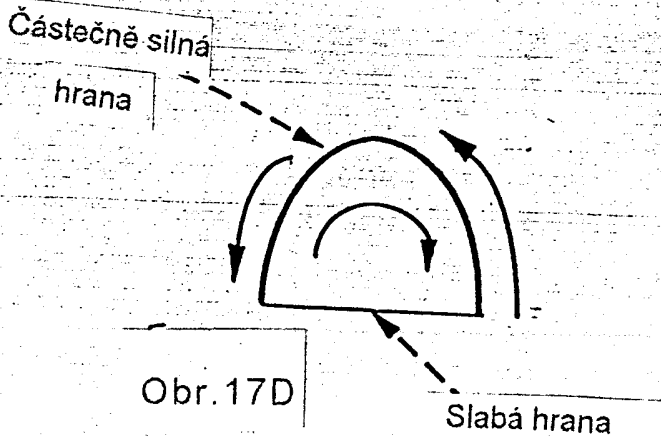
Obr. 18B



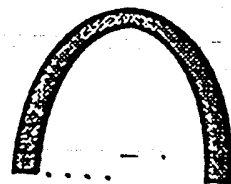
Obr. 17C



Obr. 18C

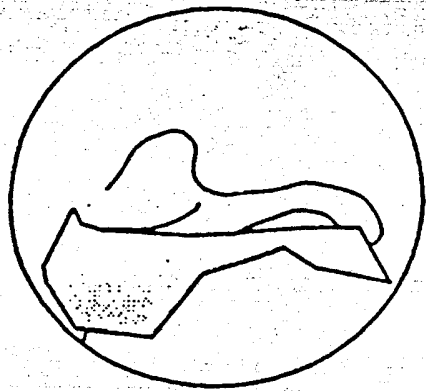


Obr. 17D

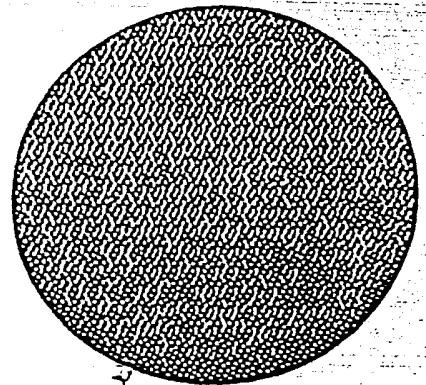


Obr. 18D

Segmentované obrazy objektů



=>



b

a

Surový obraz

Segmentovaný obraz

klasifikátory objektu

Velikost ohraničujícího rámečku a/b

Poměr stran a/b

Obvod

Složitost

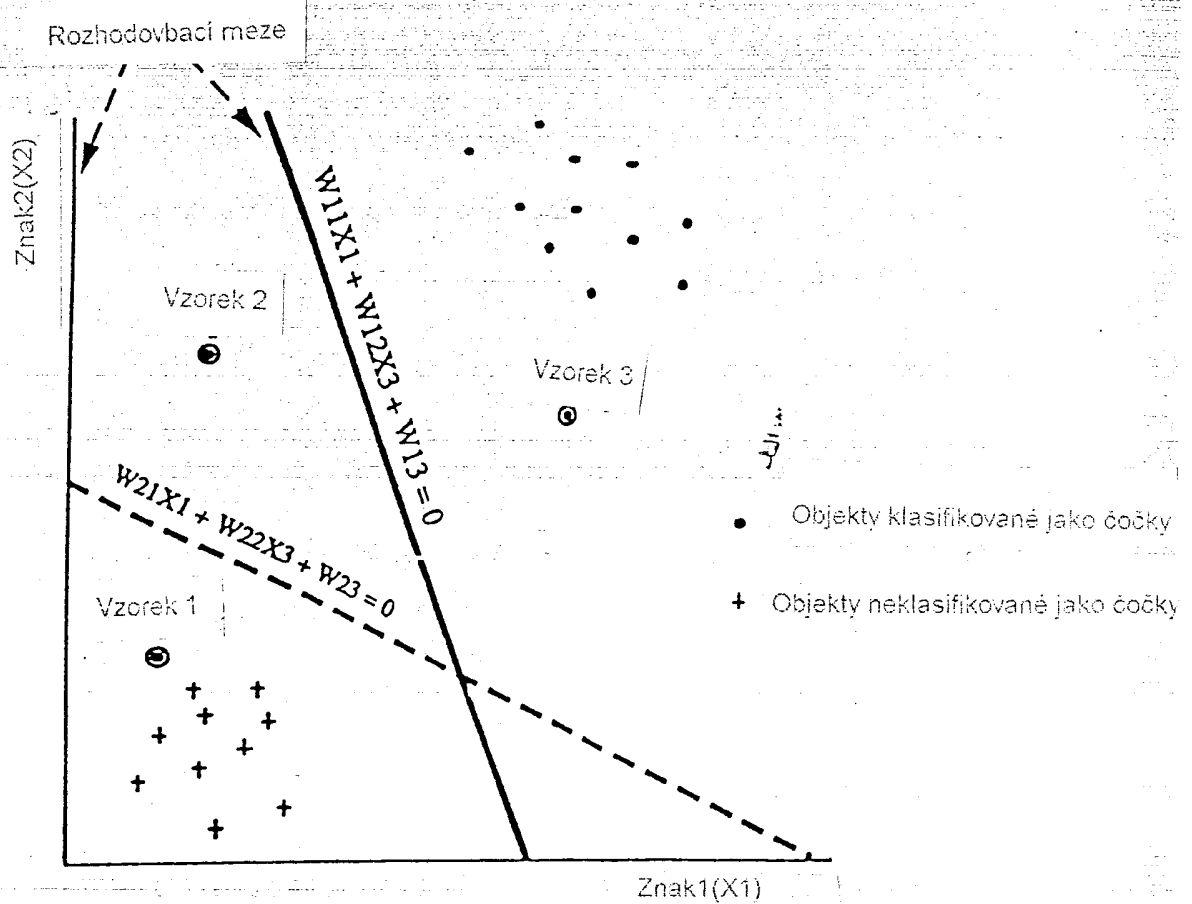
Číselné deskriptory objektu

Obr. 19

PRŮMYSLOVÝ ÚŘAD
ČESKÉHO
VLASTNICTVÍ

č. j.	40818
Došlo	03. 11. 95

Klasifikátor na bázi lineárního rozhodnutí

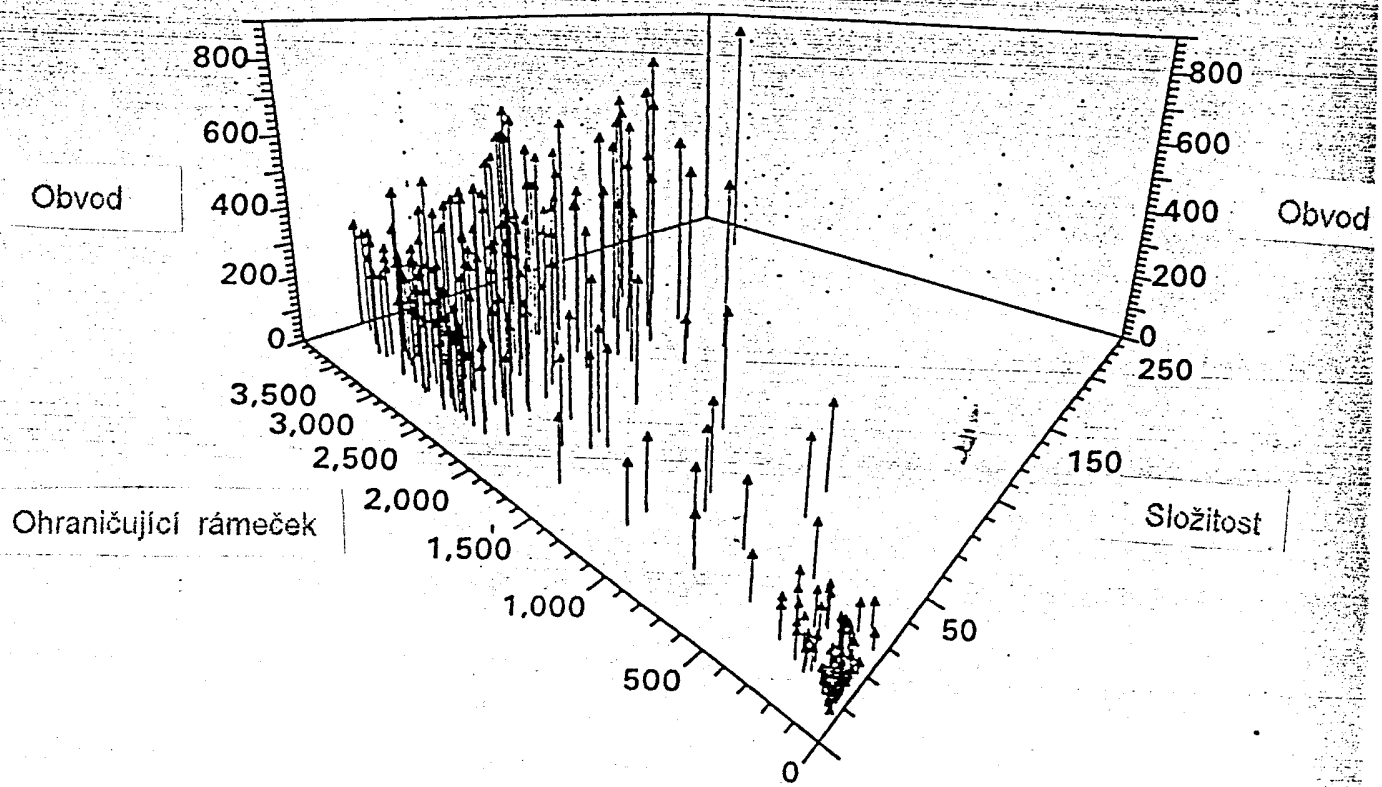


Obr. 20

PRŮMYSLOVÝ ÚŘAD
ČESKÉ REPUBLIKY
VLASTNÍ ČTVŮR

Číslo	1140818
Došlo	03.11.95

1887-95



Obr. 21

ÚŘAD
PRŮMYŠLENEHO
VLASTNICTVÍ
Došlo
03. 11. 95
Č. 40818

1387-95

2960	14.90	1.85	210	1						
2960	105.95	1.85	560	1		2320	13.97	1.45	180	F
2924	79.78	1.58	483	1		2244	25.88	2.06	241	F
2886	53.24	1.90	392	1		2214	31.72	1.32	265	F
2886	15.14	1.90	209	1		1702	32.45	3.22	235	F
2886	118.99	1.90	586	1		1600	15.02	1.56	155	F
2886	50.83	1.90	383	1		1344	69.67	3.05	306	F
2880	14.88	1.80	207	1		1160	24.04	1.38	167	F
2856	19.67	1.62	237	1		1155	16.49	1.06	138	F
2852	33.48	1.35	309	1		1050	42.4	2.38	211	F
2847	23.20	1.87	257	1		980	34.92	1.25	185	F
2812	33.52	1.95	307	1		3050	124.01	1.22	615	OS
2812	15.09	1.95	206	1		2835	23.84	1.4	260	OS
2812	44.82	1.95	355	1		2590	44.37	2.11	339	OS
2812	42.82	1.95	347	1		2280	33.65	1.43	277	OS
2812	13.66	1.95	196	1		2244	82.4	1.94	430	OS
2812	54.09	1.95	390	1		2064	52.44	1.12	329	OS
2795	29.47	1.51	287	1		1998	95.58	1.73	135	OS
2730	64.00	1.79	418	1		1988	117.84	2.54	484	OS
2680	77.93	1.68	457	1		1652	36.93	2.11	247	OS
2664	21.08	2.06	237	1		705	31.07	3.13	148	OS
2664	36.31	2.06	311	1		3480	36.78	1.55	302	P
2604	73.00	1.48	436	1		3478	71.88	1.57	500	P
2516	14.80	2.18	193	1		3330	77.80	1.56	138	P
2484	16.59	2.00	203	1		3312	82.27	1.57	522	P
2482	43.61	2.15	329	1		3256	221.30	1.68	850	P
2479	17.12	1.81	206	1		3234	56.91	1.35	429	P
2479	15.03	1.81	193	1		3108	27.06	1.76	290	P
2475	80.82	1.36	471	1		3066	40.87	1.74	354	P
2376	82.60	2.18	443	1		3015	69.27	1.49	457	P
2310	18.19	1.89	205	1		2982	69.73	1.69	456	P
2301	17.21	1.51	199	1		2960	70.56	1.85	457	P
2240	113.40	2.19	504	1		2870	56.59	1.71	403	P
2208	13.71	2.16	174	1		2812	105.24	1.95	544	P
1984	38.67	2.06	277	1		2769	42.49	1.82	343	P
3330	102.42	1.64	584	F		2747	52.29	1.63	379	P
3108	14.73	1.76	214	F		2745	46.95	1.36	359	P
2948	137.64	1.52	637	F		2720	17.79	1.7	220	P
2850	53.64	1.14	391	F		2701	66.25	1.97	423	P
2814	37.07	1.6	323	F		2664	44.16	1.95	343	P
2774	57.1	1.92	398	F		2623	26.37	1.42	263	P
2760	70.78	1.73	442	F		2590	100.42	2.11	510	P
2698	15.88	1.87	207	F		2584	72.22	1.79	432	P
2666	21.79	1.44	241	F		2574	16.17	1.69	204	P
2664	18	2.06	219	F		2535	57.87	1.67	383	P
2652	18.25	1.74	220	F		2380	100.88	2.06	490	P
2590	56.93	2.11	384	F		2356	48.78	1.63	339	P
2576	12.58	1.22	180	F		2295	27.67	1.13	252	P
2556	109.9	3.97	530	F		2268	41.56	1.29	307	P
2542	18.52	1.51	217	F		2112	18.38	1.94	197	P
2494	124.85	1.35	558	F		1849	61.42	1	337	P
2442	30.52	2.24	273	F		1824	27.02	1.78	222	P
2419	26.46	1.44	253	F		1782	40.31	2.44	268	P
2394	14.14	1.66	184	F		903	25.25	2.05	151	P
2368	65.89	2.31	395	F		782	16.91	1.48	115	P
						308	19.75	1.75	78	W

URAD
PRIMORJE
VLASTNICTVI

Došlo
03. VII 95

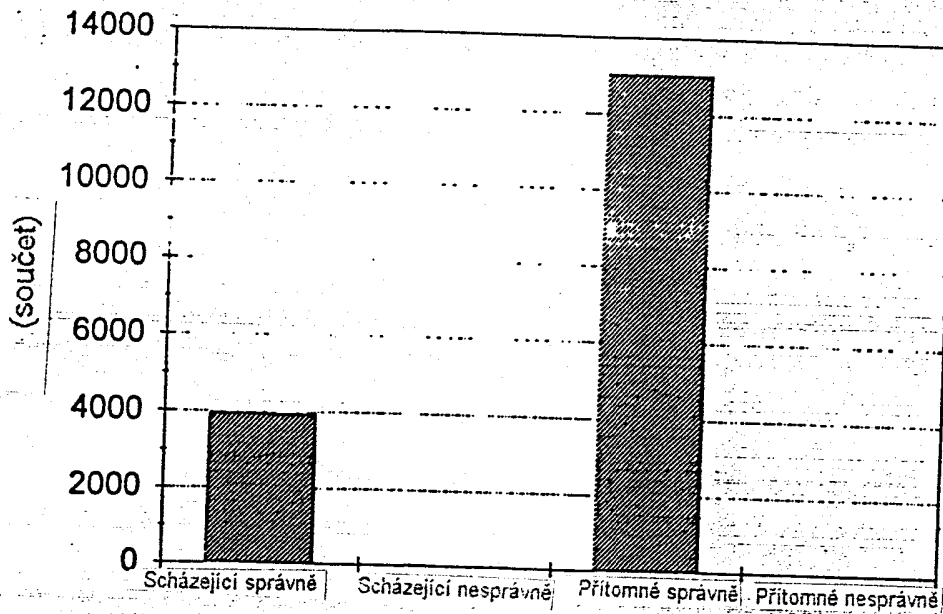
40818

Obr. 22

1387-95

Celkově pouzder	2,832	Součastně aktuální %četnost
Celkově posouzených pouzder (šest pouzder na vaničku)	16,992	
Celkem správně stanovených prázdných pouzder	3,949	0.22
Celkem nesprávně stanovených prázdných pouzder	29	
Celkem prošlo prázdných pouzder	4	0.10

Výkon



Obr. 23

ÚRAD
PRŮMYSLU
VLAŠTIVOSTÍ

Číslo
11 4 11 8 1 8
Dostlo
03.11.95