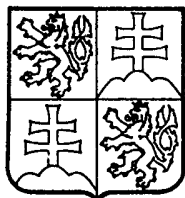


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU (12)

(22) 22.05.91

(32) 22.05.90

(31) 90/526977

(33) US

(40) 15.01.92

(21) 01528-91.W

(13) A3

5(51) G 06 F 15/62,
15/66,
15/70

(71) AMERICAN FILM TECHNOLOGIES, INC. Corporation of the State of Delaware, Wayne, US

(72) Sandrew Barry B., Encinitas, US
Hamby David, Encinitas, US

(54) Způsob animace pomocí počítačové grafiky

(57) Způsob počítačové animace obsahuje sérii obrázků uložené do paměťové struktury (10). Obrázky se skládají z obrazových prvků a paměťová struktura (10) obsahuje mnoho bitových rovin, které se dále dělí na nejméně další dvě paměťové struktury. První paměťové struktury (22) se používá k ukládání informace o obrázku modifikované operátorem ve vektorové reprezentaci a druhé paměťové struktury (16) se používá k ukládání informace o obrázku modifikované operátorem v rastrové reprezentaci. Způsob obsahuje prostředky k zobrazení mnoha obrázků z druhé paměťové struktury (16) k usnadnění vytvoření přídatných obrázků.

Způsob animace pomocí počítačové grafiky

PRIL	PRACOVNÍK A. OŠEVY	URAD KÁLEZY	16. VIII 91	038187	21
------	-----------------------	----------------	-------------	--------	----

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu animace kreslených filmů pomocí počítačové grafiky, ve které se spojují série nebo sekvence obrázků kreslených ručně nebo počítačem tak, aby měl divák dojem, že se obrázek nebo množina obrázků pohybuje z jednoho políčka do druhého. Jak filmy, tak video jsou ve skutečnosti sekvence nehybných obrázků spojených dohromady, kde je nutné jejich spojování z jednoho políčka do druhého provádět tak, aby přechod vypadal plynulý, když se obrázky promítnou rychlostí hotového filmu / u videa je to 30 políček za sekundu/.

Dosavadní stav techniky

Technika animování, která nejvíce převládá, se nazývá fóliová animace. Při této animaci kreslí animátor ručně na různých vrstvách nebo fóliích na průhledném materiálu /nebo na papíru, který se později převede na průhledný materiál/, v závislosti na stádiu prováděného způsobu. Typické je, že každá fólie sleduje samostatný předmět. Tento způsob je označen jako "papírkový" způsob. První krok u typické fóliové animace je nakreslení obrázku pro první políčko v bodech nebo v obrysech. Dále se obrázek překreslí tak, aby vyšel počet políček, který zbývá do konečného políčka. Například toto konečné políčko je deváté políčko /animované sekvence/. Když jsou nakreslena tato dvě krajní políčka, provádí se "prostřední fáze". Animátor provádějící prostřední fázi, začíná kreslit políčko, které se vyskytuje uprostřed mezi políčkem 1 a 9 /políčko 5/. Po tomto kroku se nakreslí políčka mezi krajním políčkem a prostředním políčkem /políčka 1 až 5/ a tak dále, až jsou nakresleny všechny obrázky vyskytující se v následujících políčkách /1 až 9/. Kreslení prostředních fází u papírkového způsobu se provádí pomocí prosvětlovacího papíru tak, animátor nebo animátorka vidí obě krajní políčka, když kreslí políčka ležící mezi nimi. První krok "prostřední fáze" nazvaný tužkový test se obvykle

provádí tužkovou kresbou nebo na jednotlivé listy papíru, které jsou označeny pomocí vpichů. Papírové výkresy se potom nahrají na video ke sledování přesnosti animace. To umožní ověření synchronizace pohybu rtů, výrazu a pohybu jednotlivých prvků množiny políček. Další krok se nazývá kreslení, kde tužková kresba se vytáhne na čisto tuší. Třetí krok obsahuje fotokopírování, následovaný ručním malováním a konečným krokem, kterým je skládání obrázku. Při skládání se všechny fólie /vrstvy obsahující všechny animované obrázky/ jednotlivých políček složí na sebe a vyfotografují se pro vyhotovení každého políčka animované sekvence. Při tradiční fóliové animaci se používá přibližně tři vrstev /průhledného materiálu/, kde každá vrstva se považuje za "fólii". Každá fólie se nakreslí v obrysu, a potom se obrátí a ze druhé strany se vybarví. Potom se fólie naskládají na sebe k výrobě konečné podoby filmu. Ve skutečnosti, i když se použije tři vrstev, může se skutečně vyrobit čtyři nebo pět fólií. Je to proto, že každá vrstva sama o sobě může obsahovat více fólií. K dosažení vysoce kvalitní a realističtější animace je vždy podstatné, aby animované obrázky byly opatřeny zvukovým nebo mluveným záznamem, se kterým budou promítány. K zajištění identity zvuku a obrázků se zvukový a mluvený záznam obvykle nahrává před animovanými obrázky a animátor při vytváření obrázků sleduje zvuk. To znamená, když animovaná postava mluví, nakreslí animátor ústa a výrazy obličeje v synchronizaci s předem nahraným zvukovým záznamem.

Na trhu jsou různé softwarové programy, které usnadňují kreslení obrázků. Programy CAD /Computer Animated Design- výkres animovaný pomocí počítače/ používají rovnice k vytvoření série obrazových prvků-pixelů mezi dvěma body. Program CAD může tedy reprezentovat obrázek nakreslený jako množina vektorů. Použití takové rovnice k reprezentaci obrazové informace umožňuje provádění složitých efektů, jako je manipulování s obrázkem, jeho posouvání a otáčení. Další kreslicí programy pracují s reprezentací obrazové informace pomocí rastru. To se také vztahuje na bitové mapování. Při této technice se nakreslí obrázek a uloží se jako mapa pixelů na obrazovce. Manipulace

s obrázkem je mnohem více omezena, jelikož je tu korelace jedna k jedné, mezi tím, co je uloženo pro každý pixel a co se promítne na obrazovce z každého pixelu. To je v kontrastu se systémem založeným na rovnicích nebo vektorech, kde každý pixel se může modifikovat změnou proměnných v rovnici. Rastrový systém má však jednu výhodu, a to jednoduchost, což kontrastuje s celkovou kalkulací u vektorového nebo grafického systému.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody jsou odstraněny způsobem animace pomocí počítačové grafiky, jehož podstatou je, že se série obrázků ukládají v různých reprezentacích do několika paměťových struktur. Obrázky se rozdělí do několika složek, které usnadňují vytvoření a modifikování obrázků a nanášení barev na obrázky. Obrázky se nejdříve nakreslí a modifikují do vektorové reprezentace. Vektorově reprezentované obrázky se potom ukládají do paměti v rastrové reprezentaci ke zobrazení a vytvoření sekvenčních obrázků. Sekvenční dodatky nebo modifikace k uložené rastrové reprezentaci jsou usnadněny modifikacemi nebo dodatky vektorových reprezentací a jsou potom znovu uloženy do paměti jako nová rastrová reprezentace. Nakonec se přiřadí ke každému pixelu informace o šedé stupnici a barevné oblasti /která se po řadě adresuje do vyhledávacích tabulek/. Této informace se potom použije k vytvoření jediné přenosové funkce k vyhotovení konečné barevné verze animovaných obrázků.

Přehled obrázků na výkrese

Vynález bude dále podrobněji vysvětlen pomocí výkresu, kde na obr. 1^{ve} znázorněn rozložený pohled na paměťovou strukturu podle vynálezu, na obr. 1A je znázorněn blokový diagram přístroje podle jednoho provedení tohoto vynálezu, na obr. 2 je schematicky znázorněno použití paměťové struktury v animaci podle vynálezu, na obr. 3 je znázorněno ukládání do paměti v dolní paměťové struktuře pro sérii políček podle vynálezu, na obr. 4 je znázorněno ukládání do paměti v nejhořejší paměťo-

vé struktury, na obr.5 je znázorněn vývojový diagram způsobu animace podle vynálezu, na obr.6 je znázorněn podrobnější vývojový diagram prvních tří kroků podle obr.5, na obr. 7 je znázorněn podrobnější vývojový diagram způsobu přiřazování odstínů šedé stupnice, na obr.8 je znázorněn podrobnější vývojový diagram způsobu přiřazování barev, na obr.9 je znázorněn vývojový diagram speciálních efektů stínování, resp.odstínů, na obr. 10 je znázorněn vývojový diagram speciálních stínových efektů, na obr. 11 je znázorněn vývojový diagram gradientu speciálních efektů stínování, resp.odstínů, na obr. 12 je znázorněn vývojový diagram speciálních efektů prolínání, na obr.13 je znázorněn vývojový diagram speciálních efektů splývání, na obr.14 je znázorněn vývojový diagram speciálních efektů skládání, na obr. 15 je znázorněn vývojový diagram způsobu posouvání pixelů, na obr.16 je znázorněn vývojový diagram způsobu provádění prostřední fáze.

Příklady provedení vynálezu

Na obr.1 je znázorněna paměťová struktura 10. Paměťová struktura 10 obsahuje dolní paměťovou strukturu 18, horní paměťovou strukturu 16 a nejhořejší paměťovou strukturu 14 a vektorovou paměťovou strukturu 22. Informace z vektorové paměťové struktury 22 se převádějí do rastrové informace a ukládají se do paměťové struktury 12, dříve než se uloží do horní paměťové struktury 16 a dolní paměťové struktury 18. Horní paměťová struktura 16 obsahuje několik bitových rovin 16a - 16d. Každá z těchto bitových rovin dále obsahuje mnoho bitů 20. Bity 20 odpovídají obrazovým prvkům-pixelům, které vytvářejí vizuální obrázek při zobrazení na obrazovce. V horní paměťové struktuře 16 reprezentuje každá z bitových rovin 16a až 16d nezávislý obrázek /jednourovňová informace/. Horní paměťová struktura 16 tedy obsahuje čtyři bitové roviny nezávislých informací, pomocí nichž se mohou uložit do paměti čtyři jednobarevné obrázky. Každá ze čtyř bitových rovin horní paměťové struktury 16, podle vynálezu k provádění animace, může obsahovat jeden obrázek. Tyto obrázky se skládají ze skupiny bitů a nazývají se rastrové ob-

rázky. Přechnodné ukládání obrázků v rastrové reprezentaci do jedné z bitových rovin pro pohybovou referenci /t.j. bitová rovina 16a/ a potom přechnodné ukládání obrázků v pohybové reprezentaci nebo animaci dřívějšího obrázku do přídavné bitové roviny pro pohybovou referenci /t.j. bitová rovina 16b/ umožní vytvoření animačních sekvencí. Takové použití obrázků se vztahuje na "zdvojení" kontur obrázků. Než se obrázek může uložit do některé z bitových rovin v horní paměťové struktuře 16, musí se nejdříve "nakreslit" nebo vytvořit. Podle tohoto vynálezu se vytvářejí obrázky k animování pomocí počítačové animační stanice. Na obr. 1A je znázorněn blokový diagram jednoho příkladu provedení počítačové animační stanice 8. Tato animační stanice zahrnuje počítač 2 obsahující zřetězenou architekturu strojního vybavení na zpracování obrázků s ústřední základní jednotkou a spojeným hardwarem 6, který řídí popsanou paměťovou strukturu 10, dále zahrnuje digitalizační zařízení 4, jako je tablet SumagraphicsTM a grafický displejový hardware 2, jako je rozšířený grafický adaptérový monitor /EGA/. Obrázková paměť má kapacitu 16 bitů a je uspořádána jako dvourozměrná pravouhelná matice. Paměť má horizontální rozměr dvou klíčových slov, který se může rozšířit. Horní a dolní byty/bajty/paměti mohou být adresovány odděleně, takže dva různé 8 bitové obrázky mohou zaujímat současně stejnou paměťovou oblast. Jeden z těchto bytů se dále dělí na dva 4 bitové segmenty obsahující horní paměťovou strukturu 16 a nejnižší paměťovou strukturu 14. Obrázková paměť se řídí skupinou registrů, které jsou fyzicky uloženy na panelu rozhraní obrázkové paměti. Registry jsou přístupné branami pro vstup/výstup. Pět registrů sestává z řídicích a stavových registrů. Obecně platí, že řídicí registry vybírají režim operace přenosů údajů pro obrázek a adresové registry řídí adresy ukládání údajů.

Ještě k obr. 1, obrázek, který se má animovat, se nakreslí ve vektorové formě kreslicím zařízením a uloží se ve vektorových souborech ve vektorové paměťové struktuře 22 jako vektorová reprezentace. Tato vektorová reprezentace je sérií vektorově definovaných přímek /úseček/ vytvořených animátorem

před uložením do vektorové paměťové struktury 22. Vektorová paměťová struktura 22 může obsahovat četné vektorové soubory. Jelikož vektor nemůže být zobrazen sám o sobě, musí být převeden do rastrové reprezentace a zobrazen v grafické bitové rovině 12. Grafická bitová rovina 12 obsahuje grafickou bitovou rovinu, jako je bitová rovina rozšířeného grafického adaptéru /EGA/. Informace v grafické bitové rovině 12 se zobrazují přímo na displeji, jako je obrazovka počítače. Přesto, i když informace k obrázku tak, jak je nakreslena, se zobrazí v rastrovém formátu /takže animátor může vidět obrázek jako skutečný obrázek a ne řetězec čísel/, obrázek se skutečně generuje z vektorového souboru uloženého v hostitelské paměti počítače. Použití vektorů usnadňuje manipulování a modifikování obrázků při jejich vytváření a rovněž i po jejich vytvoření. Použitím obrazovkového menu může animátor uložit obrázek ve vektorové reprezentaci do jedné ze čtyř bitových rovin horní paměťové struktury 16, kterou si vybere. Uložení obrázku ve vektorové reprezentaci do horní paměťové struktury 16 umožní jeho zobrazení na displeji v rastrovém formátu. Tímto způsobem se uloží každý pixel obrázku /v obrysové formě/ a je adresovatelný jako jednotlivý bit v jedné ze čtyř bitových rovin horní paměťové struktury 16. Ačkoliv jsou v horní paměťové struktuře čtyři bitové roviny, mohl by odborník v tomto oboru usuzovat, že v horní paměťové struktuře 16 by mohl být zahrnut jakýkoliv počet bitových rovin. Stejně tak by mohl usuzovat, že není nutné použít všech bitových rovin v horní paměťové struktuře 16. Při optimálním použití horní paměťové struktury 16 se ukládají do paměti obrázky, které se mají animovat, v různých fázích pohybu tak, aby se tyto obrázky mohly zobrazit na displeji současně /ve zdvojených konturách/, tak, aby animátor mohl kreslit nebo vytvářet obrázky v prostředních fázích mezi zdvojenými obrázky. Zdvojení kontur obrázků může sloužit animátorovi jako reference.

V tomto provedení vynálezu obsahuje dolní paměťová struktura 18 osm bitových rovin. Tak jako u horní paměťové struktury 16 usoudí odborníci v tomto oboru, že dolní paměťová struktura 18 může obsahovat menší nebo větší počet bitových rovin,

w závislosti na požadované úpravě paměťové struktury. V tomto provedení se používá osmi bitových rovin, takže se k vytvořenému obrázku může adresovat a přiřadit 256 odstínů šedí /hodnot šedé stupnice/. Když je animátor spokojen s vytvořeným obrázkem nebo obrázky, přiřadí jednotlivým obrázkům hodnoty šedé stupnice. I když to není nutné, je pro animované obrázky typické, aby byly vyplněny buď jednobarevně nebo v barvách. Když se mají animované obrázky vyplnit, přiřadí animátor hodnoty šedé stupnice různým plochám animovaného obrázku a potom uloží obrázek s vybranou hodnotou šedé stupnice do dolní paměťové struktury 18. Na rozdíl od horní paměťové struktury 16, která obsahuje nezávislé bitové roviny, obsahuje dolní paměťová struktura 18 závislé bitové roviny. Tyto závislé bitové roviny obsahují osmi bitové slovo / v tomto provedení/ pro každý pixel. Tedy každému pixelu může být přiřazena hodnota stupnice šedí v rozsahu 256 hodnot/odstínů/. Je také třeba poznamenat, že je možné uložit obrázek v rastrové reprezentaci do dolní paměťové struktury 18 namísto prvního uložení obrázku v rastrové reprezentaci do horní paměťové struktury 16.

Když se mají animované obrázky vybarvit, je stále potřeba přiřadit hodnotu šedé stupnice rozdílným oblastem, kam se mají přiřadit barvy. Hodnot šedé stupnice se používá v přenosové funkci pro barvy /popsané v přihlášce tohoto přihlašovatele, EP č.0,302,454 a zahrnuté v příslušné referenci/, která umožňuje aplikaci barev na obrázcích. Z důvodů přehledu vytváří animátor obrázek ve formátu vektorové reprezentace, který se uloží do vektorového souboru obsaženého ve vektorové paměťové struktuře 22. Obrázek ve vektorové reprezentaci se převede do rastrové reprezentace v grafické bitové rovině 12, takže může být vizuálně zobrazen jako obrázek na displeji. Obrázek může být potom uložen v rastrové reprezentaci do jedné z nezávislých bitových rovin /16a - 16d/ horní paměťové struktury 16. Sekvenční obrázky reprezentující obrázek v různých fázích pohybu se mohou také uložit do přídavných bitových rovin horní paměťové struktury 16. Uložení těchto sekvenčních obrázků umožní animátorovi zobrazit tyto obrázky na displeji v současné projekci, takže se mohou kreslit prostřední fáze animovaného obrázku. Když je animátor spokojen s obrázkem, vybere hodnoty

šedé stupnice, které se mají přiřadit k různým oblastem obrázků. Když jsou tyto hodnoty šedé stupnice pro oblastí obrázků vybrány, uloží se obrázky s informacemi o hodnotách šedé stupnice do dolní paměťové struktury 18. Bitové roviny dolní paměťové struktury jsou závislé. Takto každý bit/pixel/ dolní paměťové struktury 18 obsahuje 8 bitů informací. Tedy animátor může přiřadit hodnotu šedé stupnice z hodnot 256 odstínů šedé stupnice různým oblastem obrázků.

Pro usnadnění zdvojení obrázků se přiřadí odlišná barva obrázkům uloženým v bitové rovině horní paměťové struktury 16, a to pouze pro účely zobrazení na displeji, v tomto vybraném provedení vynálezu. Tato barva nemá žádný vztah ke konečné barvě obrázku. Proto, když animátor vybere více obrázků z bitových rovin horní paměťové struktury 16 ke zobrazení na displeji, obrázky se na displeji objeví v odlišných barvách. To umožní, aby animátor snadněji rozlišil obrázek, který se právě vytváří, od obrázku v různých fázích pohybu. Jako přídatnou pomůcku může animátor zvolit intenzitu barvy, které mají být zobrazeny. Výběrem barvy a její intenzity pro obrázky v každé z bitových rovin může animátor přizpůsobit tento systém k vytvoření nejefektivnějšího pracovního prostředí.

Další pomůckou pro animátora je nástroj na cyklování. Tento nástroj umožní animátorovi, aby obrázky "běžely" za účelem testování hladkosti průběhu animace. Je to podobné jako stránkování u papírkového způsobu animace. Aby mohl animátor provádět cyklování obrázků, může si vybrat buď automatický nebo manuální režim. Automatickým režimem probíhá sekvence obrázků předem vybranou rychlostí směrem dopředu a potom dozadu k udržení kontinuity pohybu. Manuální režim umožňuje animátorovi interaktivní výběr směru, rychlosti a výchozího bodu /políčka/ pro cyklování. Během cyklování se cykluje každý z obrázků uložených v dolní paměťové struktuře 18. Tento systém pracuje s 32 políčky. Umožňuje tak opětovné cyklování až do 32 políček. Systém pracující s více než 32 políčky by mohl cyklovat více než 32 políček.

Aby se mohl zhotovit barevný obrázek / na rozdíl od barev přiřazených bitovým rovinám horní paměťové struktury 16,

kterých se používá k referenčním účelům/, přenosová funkce pro barvu také vyžaduje nastavení hodnoty barevné oblasti podle barevné vyhledávací tabulky, která obsahuje barevnou koordinační hodnotu barvy, jas, sytosti /HLS-hue, luminance, saturation/, přiřazenou ke každé možné hodnotě šedé stupnice/t.j. 256 odstínů v tomto provedení/. Tuto informaci pro přenosovou funkci barvy vytváří nejhořejší paměťová struktura 14. Nejhořejší paměťová struktura 14 obsahuje čtyři bitové roviny. V tomto provedení se skýtá možnost pro 16 odlišných barevných oblastí, z nichž každá může být adresována. Odborníci v tomto oboru usoudí a rozeznají, že může být k dispozici menší nebo větší počet bitových rovin poskytující menší nebo větší počet barev /barevných oblastí/, které mohou být adresovány. Protože v tomto provedení je ^{SOU} k dispozici čtyři bitové roviny, je zde celkem šestnáct barev, které mohou být adresovány nebo přiřazeny. Každé oblasti může být adresováno 256 odlišných hodnot barevných odstínů. Jako v dolní paměťové struktuře 18, bitové roviny nejhořejší paměťové struktury 14 ^{jsou závislé} v tom, že tyto čtyři bitové roviny obsahují čtyřbitové slovo pro každý pixel 20 obrázku. Animátor vybírá barvu pro každou oblast a určuje oblast, pro kterou bude přiřazena tato vybraná barva. Přiřazení barvy ke každé oblasti se může provádět souběžně nebo odděleně s přiřazováním informace odstínu šedé stupnice ke každé oblasti obrázku. Za účelem zobrazení obrázku s barevnou informací na displeji, v tomto provedení vynálezu, je nutné "přesunout" barevnou informaci v nejhořejší paměťové struktuře 14 do paměťového prostoru horní paměťové struktury 16. Je to nutné, protože toto provedení vynálezu pracuje pouze s 12 bity obrázkových informací k účelům zobrazení na displeji. Odborníci v tomto oboru usoudí, že systém určený ke zpracování většího množství bitů displejových informací by mohl zobrazit barevnou informaci stejně jako obrázky bitové roviny pro "zdvojení" v rastrové reprezentaci. Tato operace se uskuteční, v tomto provedení vynálezu, přesunutím barevné informace do paměťových míst bitových rovin pro "zdvojení".

Na obr.2 je znázorněno použití bitových rovin 16a až 16d horní paměťové struktury 16. Sekvence A na obr.2 znázorňuje

obrázek /jako sérii čtyř postav "X"/ zobrazený v grafické bitové rovině 12. Tento obrázek znázorněný v grafické bitové rovině 12 sekvence A je vytvořen animátorem a je reprezentován ve vektorovém souboru vektorové paměťové struktury 22 jako množina vektorových hodnot. Animátor potom uloží obrázek do jedné z bitových rovin horní paměťové struktury 16. Animátor si může vybrat jakoukoliv ze čtyř bitových rovin horní paměťové struktury 16. V sekvenci A je obrázek uložen do bitové roviny 16a. Sekvence B znázorňuje obrázek z bitové roviny 16a zobrazený na displeji 9. Druhý obrázek reprezentující pohyb prvního obrázku /znázorněný jako série čtyř postav "X"/ nakreslí animátor dodatečně v grafické bitové rovině 12 /není znázorněno/. Nový obrázek se uloží jako vektorový soubor do vektorové paměťové struktury 22, ale reprezentovaný jako rastrový obrázek v grafické bitové rovině 12 / a zobrazený jako takový na displeji 9/. K účelům rozlišení se každý z těchto obrázků zobrazí v odlišných barvách a s možností odlišné intenzity na animátorově displeji, 9. Je to způsobeno tím, že každé bitové rovině horní paměťové struktury 16 je přiřazena odlišná barva. Grafická bitová rovina 12 / rastrová reprezentace vektorové informace o obrázku/ má také přiřazené barvy, které se odlišovat od barev přiřazených bitovým rovinám horní paměťové struktury 16. Po nakreslení druhého obrázku sekvence B / s použitím obrázku z bitové roviny 16a jako referenčního obrázku/ se druhý obrázek uloží do bitové roviny 16b horní paměťové struktury 16. V sekvenci C se zobrazí původní i nové obrázky na displeji 9 /v barvách přiřazených jejich jednotlivým bitovým rovinám/ a animátor může nakreslit třetí obrázek v grafické bitové rovině 12 /není znázorněno/. Tento třetí obrázek /znázorněný jako série čtyř postav "X"/ reprezentuje "obrázek prostřední fáze" prvního a druhého obrázku. První a druhý obrázek se zobrazí na displeji 9 v jejich jednotlivých barvách, aby animátor mohl nakreslit třetí obrázek / v grafické bitové rovině 12/ ve správné poloze. Animátor může potom uložit tento třetí obrázek do třetí bitové roviny znázorněné jako bitová rovina 16c v sekvenci C na obr. 2.

Každá z rastrových bitových rovin 16a, 16b a 16c reprezen-

tuje obrázek k animaci, jak by se objevil ve třech oddělených políčkách animační sekvence. Když se proto přiřazuje informace šedé stupnice k těmto jednotlivým obrázkům, ukládá se tato informace do odlišných paměťových struktur 18 pro každé políčko. Takovým způsobem se obrázku uloženému v bitové struktuře 16a přiřadí hodnota šedé stupnice a potom se hodnota šedé stupnice uloží v dolní paměťové struktuře 18 pro toto políčko. Obrázku v bitové rovině 16b se přiřadí hodnota šedé stupnice a potom se tato informace šedé stupnice uloží v dolní paměťové struktuře 18 pro následující políčko. Konečně obrázku v bitové rovině 16c by měla být přiřazena hodnota šedé stupnice a tato informace by měla být uložena v dolní paměťové struktuře 18 pro třetí políčko. I když animace "příběhu" vyžaduje odlišné barvy nebo efekty pro tentýž obrázek v několika políčkách, hodnota šedé stupnice by měla být stejná pro všechna tři políčka.

Na obr.3 je znázorněno uložení informace o šedé stupnici v dolní paměťové struktuře 18 pro každou z bitových rovin 16a, 16b a 16d. Ve struktuře A v obr.3 /odpovídající sekvenci A dle obr.2/ se opakuje libovolná šedá stupnice / pro účely vysvětlení/ reprezentovaná binární hodnotou osmi jedniček /1 1 1 1 1 1 1 1/ pro čtyři pixely znázorněné vystínovanou plochou. Ve struktuře B v obr.3 /odpovídající sekvenci B dle obr.2/ je znázorněna libovolná hodnota šedé stupnice osmi jedniček a pokrývá čtyři pixely znázorněné vystínovanou plochou. Ve struktuře C v obr.3 /odpovídající sekvenci C dle obr.2/ je znázorněna libovolná hodnota šedé stupnice čtyř jedniček a pokrývá čtyři pixely znázorněné vystínovanou plochou. Pro tento příklad by se animace obrázků jevila jako přechod postav X z jejich umístění v prvním políčku do jejich umístění ve druhém a třetím políčku. V těchto třech políčkách této animační sekvence je každému obrázku přiřazena stejná hodnota šedé stupnice. Konečný výsledek animace by mohl dát každý z obrázků v odlišné barvě. V tomto případě by bylo nutné přiřadit každé oblasti, znázorněné hodnotami šedé stupnice, odlišnou barvu.

Na obr.4 je znázorněno zobrazení barevné informace pro obrázky kreslené v sekvencích A, B a C na obr.2 a je uloženo v nejhořejší paměťové struktuře 14. Struktura A z obr.4 znázorňuje barevnou informaci pro obrázek nakreslený v sekvenci A z obr.2. Libovolná hodnota X pro účely vysvětlení/ ze čtyř jedniček /1 1 1 1/ je uložena v bitových rovinách vystínované plochy. Struktura B a C na obr.4 znázorňuje podobné uložení odpovídajících obrázků z obr.2 a 3. Vyhledávací tabulky /nejsou znázorněny/, z nichž jedna vybraná je definována pro každou barevnou oblast pomocí identifikátoru, definují barevné přenosové funkce odpovídající hodnotám uloženým v bitových rovinách pro každý pixel struktur A, B a C na obr.4. Tato informace společně s 8-bitovou informací šedé stupnice /uloženou v dolní paměťové struktuře 18 / vytváří specifickou výstupní barvu pro každý barevný pixel. To postupně vyústí v barevné aplikaci použité u konečného obrázku znázorněném na displeji 9, která je závislá, ale netvoří pouhý součet, na hodnotách šedé stupnice a barvách vybraných operátorem pro různé oblasti obrázku. V tomto příkladu na obr.2 až 4 je všem obrázkům přiřazena pouze jedna barva. Spojení těchto obrázků, jako sekvence obrázků, má za následek výslednou animaci nebo výsledný charakteristický animační rys. Informace používaná ke zhotovení výsledných kolorovaných animovaných obrázků je obsažena v dolní paměťové struktuře 18, nejhořejší paměťové struktuře 14 a ve vyhledávacích tabulkách /nejsou znázorněny/ pro všechny barevné oblasti /barvy/, které se mohou přiřadit jednotlivým plochám obrázků.

Vektorová informace již není nutná, když nevyplněné obrázky jsou pro animátora postačující a když jsou dokončené. Informace v grafické bitové rovině 12 je přechodná a odpovídá informaci zobrazené na displeji v jakémkoliv daném čase. Rastrová informace obrázků uložená v bitových rovinách horní paměťové struktury 16 je také přechodná a je určena k usnadnění kreslení a vytváření animovaných obrázků. Když je dokončena a informace šedé stupnice obrázku je uložena v dolní paměťové struktuře 18, není tato informace v horní paměťové struktuře 16 již požadována.

Na obr.5 je znázorněn způsob animace podle vynálezu ve formě vývojového diagramu, s blokem 30 reprezentujícím vytváření prvního animačního políčka a s blokem 32 reprezentujícím vytváření n-tého políčka. N-té políčko je obvykle deváté políčko animace obrázku. Vytváření políček "prostřední fáze" založené na prvním a n-tém políčku je reprezentováno blokem 34. Jak již bylo uvedeno, n-té políčko je druhé vytvořené políčko a políčko prostřední fáze je třetí vytvořené políčko. Blok 36 reprezentuje přiřazování hodnot šedé stupnice jednotlivým oblastem, , přičemž oblasti jsou definovány obrysy obrázků. Blok 38 reprezentuje přiřazování barev jednotlivým oblastem, kam byly přiřazeny hodnoty šedé stupnice v bloku 36. Bloky 36 a 38 se mohou spojit do jednoho současného kroku. Blok 40 reprezentuje přidávání speciálních efektů, včetně spojování obrázků a jejich vrstvení.

Na obr.6 jsou znázorněny podrobněji schematické kroky reprezentované bloky 30 a 34. Jak je vyznačeno na obr.6, animátor začíná v bloku 42 vytvářením obrysů obrázku, který se má animovat. Tato informace se ukládá ve vektorovém souboru do vektorové paměťové struktury 22. Kreslením obrázků ve vektorové reprezentaci má animátor možnost modifikovat obrázky a manipulovat s nimi pomocí takových technik jako je otáčení, rozšiřování, zmenšování, zdvojení apod. Z tohoto důvodu se ukládá obrázková informace ve vektorové reprezentaci do vektorového souboru, jak je znázorněno na obr.6 v bloku 44 a mohla by být později potřebná pro modifikaci nebo nastavení obrázku. Když je obrázek uspokojivě vytvořen, uloží se v rastrové reprezentaci /jako bitová mapa/ do jedné z bitových rovin horní paměťové struktury 16. Jak již bylo popsáno, má každá bitová rovina horní paměťové struktury 16 přiřazenou zvláštní barvu a intenzitu k odlišení jednotlivých políček. V tomto provedení se ukládají vektory ve vektorovém souboru do vektorové struktury paměti 22 v době, kdy obrázek v rastrové reprezentaci se ukládá do jedné z bitových rovin dolní paměťové struktury 18. Vektorová informace se však může ukládat v jiném čase než rastrová informace. V tomto bodě byl vytvořen jeden obrys obrázku ve vektorové reprezentaci a byl uložen v rastrové re-

prezentaci v horní paměťové struktuře 16. Příštím krokem animátora je vytvoření druhého obrázku odpovídající poloze právě vytvořeného prvního obrázku, kterou bude zaujímat po "ukončení pohybu". Obvykle je tento druhý obrázek deváté políčko v sekvenci animovaných obrázků. Na obr.5 je toto políčko uvedeno jako n-té políčko. Rozhodování, zda je tento krok potřeba, je znázorněn v rozhodovacím bloku 48. Aby se vytvořila správná návaznost prvního obrázku ke druhému obrázku, může animátor zobrazit první obrázek na displeji v takové barvě bitové roviny, ve které je uložen. Tato barva by měla být odlišná od barvy, ve které animátor zobrazuje obrázek ve vektorové reprezentaci /v grafické bitové rovině 12/, který byl právě vytvořen. To je uvedeno v bloku 50 jako zdvojení kontur obrazu. Při zdvojování obrázků /zobrazení obrázků na displeji z horní paměťové struktury 16/ může animátor kreslit aktuální obrázek s využitím zdvojeného obrázku jako referenčního vzorku. To velice pomáhá při vytváření vysoce kvalitní a přesné animace. Aby mohl nakreslit druhý obrázek, /t.j. deváté políčko/, vrátí se animátor k bloku 42 a kreslí nový obrázek. Když je hotov, uloží animátor rastrovou reprezentaci druhého obrázku do vhodné dolní paměťové struktury 18. Ale s ohledem na vhodná políčka mohou být všechny zdvojené obrázky zobrazeny v téže rovině ve svých příslušných políčkách. Během zdvojování obrázku se každý zdvojený obrázek přiřadí k políčku umístěným v prostřední fázi, pouze k referenčním účelům. Políčko se zdvojeným obrazem se neuchovává v paměťové struktuře 18, když se uloží nový obrázek vytvořený v prostřední fázi. Vytváření prostřední fáze je znázorněno na obr.5 jako blok 34. Způsob vytváření prostřední fáze je totožný jako dříve popsany způsob vytváření prvního a druhého obrázku. Rozdíl je v tom, že je to další opakování již popsaného způsobu. V bloku 50, kde se provádí zdvojování obrázků, se musí zobrazit alespoň dva obrázky v odlišných barvách odpovídajících bitovým rovinám horní paměťové struktury 16, ve kterých byly zdvojeny. Animátor používá zdvojených /rozfázovaných/ obrázků jako referenčních vzorků k nakreslení obrázku, který znázorňuje pohyb mezi / v prostřední fázi/ těmito zdvojenými /rozfázovanými/ obrázky. Je zřejmé, že neexistuje omezení

na rozfázování pouze dvou obrázků. Jákýkoliv počet vrstev obrázků /limitovaný pouze počtem bitových rovin v horní paměťové struktuře 16/ může být rozdějen /rozfázován/ jako pomůcka pro animátora. Když jsou vytvořena všechna políčka /pro tento příklad políčka 1 až 9/, může se přiřadit hodnota šedé stupnice oblastem obrázků, které vybere animátor, jak je znázorněno v bloku 36.

Na obr. 7 je znázorněn vývojový diagram způsobu přiřazování hodnot šedé stupnice v bloku 36. V bloku 54 je znázorněno, že animátor nebo animátorka vybírá hodnotu šedé stupnice, kterou si přeje přiřadit do některé oblasti obrázků. Oblast v animaci je obvykle jakákoliv plocha ohraničená čarami obrázku. Vnitřek kruhu je příklad oblasti, zatímco vně kruhu je plocha. Blok 56 znázorňuje, jak animátor vybírá oblast obrázku k vyplnění hodnotami šedé stupnice vybranými v bloku 54. Obrázek obvykle obsahuje několik ploch nebo oblastí, které mohou případně dostat odlišné barvy. Příkladem by mohla být postava kresleného filmu v oblečení odlišných barev. V tomto provedení může být dosaženo na jednom obrázku 256 hodnot odstínů šedi, ale jenom 16 oblastí. V bloku 58 se vyplňuje vybraná oblast vybranými hodnotami šedé stupnice. V tomto provedení animátor okamžitě uvidí na displeji, jak se objevuje šedá stupnice ve vybraných oblastech. V rozhodovacím bloku 59 se určí, zdali byly vybrány všechny hodnoty šedé stupnice. Jestli ne, musí se vybrat další hodnota šedé stupnice v bloku 54. Bloky 54-58 se opakují pro všechny oblasti v jednotlivých políčkách. Tímto způsobem se přiřadí všem oblastem v políčkách odlišné hodnoty šedé stupnice. Pro každou oblast může být několik odlišných hodnot šedé stupnice. Když je tento krok ukončen, uloží se hodnoty šedé stupnice do dolní paměťové struktury 18, jak je znázorněno v bloku 60. V tomto provedení vynálezu je to 8-bitová hodnota uložená pro každý pixel odpovídající možnému výběru z 256 odstínů hodnot šedé stupnice.

Protože je možné kombinovat animaci se živým záběrem nebo s obrázky pozadí vytvořenými před animací, není dolní paměťová struktura vždycky "prázdná", než se do ní uloží hodnoty šedé stupnice. Je možné, že je tam již uložena další informace

jako je digitalizovaný obrázek živého záběru. Také je možné obejít horní paměťovou strukturu 16 a uložit rastrovou informací obrázků vytvořených na vektorovém základě přímo do dolní paměťové struktury 18. Hodnoty šedé stupnice přiřazené v obr. 7 se v každém případě ukládají do dolní paměťové struktury 18 a přepíší paměťové místo jakékoliv informace, která tam již byla předem uložena. Dále, jestliže je dolní paměťová struktura 18 "prázdná", uloží se jednotná hodnota šedé stupnice pro všechny neobrazové pixely. U tohoto způsobu se vybere a uloží 128 odstínů hodnot šedé stupnice. Když je informace o šedé stupnici uložena do dolní paměťové struktury 18 a animátor je spokojen s oblastí a výběrem šedé stupnice, potlačí se u této rastrové informace o šedé stupnici optické klamy v bloku 61 a potom se uloží do ukládacího místa permanentní paměti /tjž hard disk, výměnná paměťová média atd./, jak je znázorněno v bloku 62. Potlačení optických klamů se obvykle provádí na určeném pozadí k dosažení řádného propojení obrázků. To může nastat po uložení všech informací do dolní paměťové struktury 18 nebo po uložení informace do dolní paměťové struktury pro několik políček. Jak již bylo uvedeno, je nutné provádět informaci o šedé stupnici v dolní paměťové struktuře 18 pro každé políčko. To znamená, že každé políčko má uloženy hodnoty šedé stupnice ve své vlastní dolní paměťové struktuře 18.

Na obr.8 je znázorněn vývojový diagram přiřazení barev podle bloku 38. V bloku 63 se vybere barva pro jednotlivé oblasti, pro které ještě nebyla určena. Jako příklad by mohla být vybrána červená barva k aplikaci na oblečení postav kresleného filmu. V bloku 64 je vybrána oblast, na kterou má být tato barva nanášena. Barvu je možno určit ve stejné době, kdy se tato oblast vyplňuje hodnotami šedé stupnice, jak již bylo popsáno v obr.7. Když se provádí tento krok, je zřejmé, že jednotlivá barva se vybírá a přiřazuje s jednotlivou hodnotou šedé stupnice. To se může udělat před výběrem a nanášením šedé stupnice do jednotlivé oblasti, takže šedá stupnice a barva se tedy nanášejí současně na oblast. Barva do jednotlivé oblasti se může nanášet také po výběru a nanášení odstínu šedé stupnice. Rozhodně je nutné určit oblast, na kterou má být nanášena barva.

Barva se nanese ve vybrané oblasti v bloku 65. V tomto předmostním provedení se barva obvykle nanese ve stejném čase jako hodnota šedé stupnice v dané oblasti. Avšak toto provedení není určeno k souběžnému zobrazení informace hodnoty šedé stupnice a barevné informace. Aby proto mohl animátor zobrazit barevnou informaci, musí provést výběr pouze té barvy, která bude zobrazena. To není omezení tohoto způsobu, protože je snadno pochopitelné, že u způsobu pracujícího s více informacemi, se může použít přídatná informace k umožnění zobrazení barvy na displeji a rovněž zobrazení informace šedé stupnice a obrazové modifikace. Barvy podle tohoto provedení se vybírají podle barevného monoskopu na displeji. V tomto provedení se tyto barvy vybírají před animací, jako paleta ze které animátor vybarvuje každou oblast. To usnadňuje účinné a shodné vybarvování ve způsobu produkční animace. Animátor určí, jaká oblast dostane určitou barvu podle barevného kotouče zobrazujícího jednotlivé barvy. V tomto provedení se tyto barvy generují 24 bitovým generovacím panelem, jako je "Targa Board^R". Barvy se pak blokují do barevného monoskopu. Barevného monoskopu používá kreslíř a kolorista k dokončení produkčního vybarvení. Když jsou vybrány barvy, objeví se na straně obrazovkového menu používaného k jejich vyplnění. Barvy se zvolí pro všechny oblasti a barevný monoskop se přesune ve formě dat ke všem osobám provádějícím vybarvování v posledním stádiu výroby.

Na obr.9 je znázorněn vývojový diagram způsobu používání speciálního efektu stínování. Stínování je operace, která přiřazuje zvláštní hodnoty šedé stupnice / a odpovídající barvy/ pro plochu navrženou animátorem, která se nazývá aktivní maska. To umožňuje animátorovi provádět efekt jako je černý stín nebo přiřazení hodnot šedé stupnice pro oblast nedefinovanou obrysem obrázku. K provedení tohoto efektu vybírá animátor plochu, která má být vystínována, v prvním kroku, reprezentovaném blokem 67. To se provádí nástroji pro výběr oblastí, jako je okénko nebo oblast navržená od ruky. Ve druhém kroku reprezentovaném blokem 68, vybírá animátor hodnotu šedé stupnice k aplikování v této oblasti. Obvykle je to černá nebo velice tmavá hodnota šedé stupnice. V dalším kroku, podle bloku 69, se tato hodnota šedé stupnice nanáší na vybranou plochu.

Vybraná plocha je také označena jako navržená nebo aktivní maska. Je nutno poznamenat, že aplikování vybrané informace hodnoty šedé stupnice přepíše spodní informaci šedé stupnice v celé ploše. V bloku 70 se ukládají nové hodnoty šedé stupnice v dolní paměťové struktuře 18 s přepsáním jakýchkoliv předchozích hodnot, které tam byly uloženy. Tento nástroj je opět účinný pro zatmívání /nebo naopak pro zesvětlení/ oblastí nebo ploch obrazovky.

Na obr.10 je znázorněn vývojový diagram způsobu provádění speciálního stínového efektu, podle přednostního provedení tohoto vynálezu. Stín se odlišuje od stínování /obr.9/ v tom, že předchozí hodnota šedé stupnice není nahrazena vybranou hodnotou šedé stupnice, jako se provádí při stínování. U stínu se předchozí-spodní hodnoty pixelů šedé stupnice posunou o hodnotu určenou operátorem. Tímto způsobem se spodní pixely nastaví nahoru nebo dolů podle této hodnoty posunutí. Pro vytvoření stínu vybírá animátor plochu, kde má být stín, v prvním kroku reprezentovaným blokem 72. Provádí se to opět jakýmkoliv nástroji, jako je okénko nebo plocha navržená od ruky. V dalším kroku reprezentovaném blokem 74 se vybere hodnota posunutí šedé stupnice. Tato hodnota je buď pozitivní nebo negativní, v závislosti na vzájemnémⁿ vzrůstu nebo poklesu předchozích-spodních hodnot šedé stupnice navržené oblasti. Hodnota posunutí šedé stupnice se potom aplikuje na hodnoty šedé stupnice ve vybrané ploše, v bloku 76 a konečně se nové hodnoty šedé stupnice ukládají do dolní paměťové struktury 18, v bloku 78. Tento nástroj vytváří realistický efekt způsobující, že povrch, který je vespod, se odráží buď jako tmavší nebo světlejší obraz, jako v případě mnoha skutečných vržených stínů.

Na obr.11 je znázorněn vývojový diagram způsobu vytváření speciálních efektů gradování, což je další význak přednostního provedení vynálezu. Gradování obrázku zahrnuje vytváření gradace hodnot šedé stupnice pro střední oblast založených na hodnotách šedé stupnice v přilehlých oblastech vybraných operátorem. Oblast, kde se požaduje gradování, je nejdříve vybrána v bloku 80. Může se provádět jakýmkoliv nástroji pro výběr, jako jsou okénka, náčrtek od ruky, spojení krajních uzlů vybraných operá-

torem, atd. Dále, jak je znázorněno v blocích 82 a 84, vyberou se oblasti "světlé" a "tmavé". Výrazů světlý a tmavý se používá pouze jako označení k rozlišení gradientu intenzity a směru dvou šedých stupnic, ze kterých je odvozena oblast, kde se má provádět gradování. Výběr světlých a tmavých oblastí není omezen pouze jednou oblastí. Když se světlé a tmavé oblasti vztahují pouze na hodnoty šedé stupnice, ze kterých se odvozuje oblast, která má být gradována, může animátor znásobit polohu světlých a tmavých oblastí kolem oblasti, která se má gradovat. Tyto světlé a tmavé oblasti se mohou umístit přímo kolem nebo v těsné blízkosti oblasti, která se má gradovat. V bloku 86 se přiřazují hodnoty šedé stupnice světlým a tmavým oblastem. To jsou hodnoty, ze kterých se budou odvozovat oblasti ke gradování. Nutno poznamenat, že označení "světlý" a "tmavý" se vztahuje na "světlé" oblasti s hodnotou šedé stupnice menší a na "tmavé" oblasti s hodnotou větší. Jsou to pouze označení k rozeznání oblastí s nižší hodnotou šedé stupnice od oblastí s vyšší hodnotou šedé stupnice. V kroku reprezentovaném blokem 88 se k pixelům v oblasti ke gradování přiřadí hodnoty šedé stupnice založené na lineárním vztahu mezi světlými a tmavými oblastmi. Světlé a tmavé oblasti mohou být umístěny přesně proti sobě / na opačných stranách oblastí ke gradování / nebo mohou být umístěny kdekoliiv mezi 180° a 0° : Jeli-kož se světlé a tmavé oblasti vzájemně přibližují /t.j. přibližují se odděleně od 0° /, snižuje se účinek těchto oblastí na oblast, která se má gradovat. To má za následek, nehledě na vzájemné umístění světlých a tmavých oblastí /menší než 180° /, že dále vzniknou větší vizuální změny v oblasti, která se má gradovat. Umístěním násobku světlých a tmavých oblastí kolem oblasti, která se má gradovat, se dosáhne více změnových efektů v oblasti, která se má gradovat. Každá z těchto mnoha světlých a tmavých oblastí může být považována za subdivize jednotlivých světlých a tmavých oblastí. Gradování nastává zpracováním každého pixelu /světlé oblasti s ohledem na každý pixel tmavé oblasti, který je lineárně spojen prostřednictvím oblasti, která se má gradovat, s pixelem světlé oblasti. Lineárně spojený znamená vztah mezi světlými a tmavými pixely

a oblastí, která má být gradována. Alespoň jeden pixel v oblasti, která se má gradovat, musí ležet uvnitř úsečky procházející mezi alespoň jedním pixelem v každé ze světlých a tmavých oblastí. Bez tohoto lineárního vztahu se nebudou vyskytovat žádné pixely v oblasti, která se má gradovat nebo, která bude podrobena gradování. Podobně se zpracovává každý pixel v tmavé oblasti s ohledem na každý pixel ve světlé oblasti, který je lineárně spojený prostřednictvím oblasti, která se má gradovat s pixelem ve tmavé oblasti. Tyto operace se vyskytují u každého pixelu v každé světlé a tmavé oblasti s ohledem na každý pixel v opačné, kontrastní oblasti, který má lineární vztah prostřednictvím oblasti, která se má gradovat. Nutnost lineárního vztahu mezi pixely světlé a tmavé oblasti je dána proto, že umístění světlé a tmavé oblasti těsně vedle sebe, aniž by mezi nimi byla umístěna oblast ke gradování, má za následek, že oblast určená ke gradování se negraduje. Uskutečnění gradování znamená také vzdálenost mezi světlými a tmavými oblastmi a jejich úhlový vztah. Když má oblast, určená ke gradování, přiřazené hodnoty šedé stupnice, uloží se nové hodnoty šedé stupnice do dolní paměťové struktury 18, jak je znázorněno v bloku 90. Skutečný způsob gradování se řídí vymezením rozdílu hodnot šedé stupnice mezi světlými a tmavými oblastmi. Světlá oblast s hodnotou šedé stupnice 150 a tmavá oblast s hodnotou šedé stupnice 50 dává rozdíl 100. Počet pixelů umístěný lineárně mezi světlými a tmavými oblastmi je vymezen. Rozdíl v hodnotách mezi světlými a tmavými oblastmi potom lineárně "skočí" podle počtu pixelů lineárně umístěných mezi světlými a tmavými oblastmi. Jestliže je 100 pixelů mezi světlými a tmavými oblastmi a světlé a tmavé oblasti mají hodnoty šedé stupnice 150, respektive 50, potom každý pixel mezi pixelem ve světlých a mezi pixelem v tmavých oblastech by měl být zvýšen o jeden. To by mělo mít za následek, že pixely v "prostřední fázi" by měly mít hodnotu 51, 52, 53 ... 147, 148, 149. Tyto prostřední hodnoty se potom přičtou k průměrným hodnotám šedé stupnice v oblasti, která se má gradovat. Tedy, jestliže tato oblast ke gradování má délku 50 pixelů na přímce mezi pixelem ve světlé oblasti a pixelem v tmavé oblasti a oblast ke gradování byla umístěna 50 pixelů před svět-

lou oblast, potom oblast ke gradování by měla : hodnotu šedé stupnice 101 připočtenou k pixelu uvnitř oblasti ke gradování, která je nejtěsněji u tmavé oblasti. Hodnota šedé stupnice 102 by byla přičtena k hodnotě šedé stupnice dalšího pixelu uvnitř oblasti, která se má gradovat. Proces pokračuje, dokud všechny pixely v oblasti ke gradování nemají přidané své posunuté hodnoty k předchozím hodnotám šedé stupnice. Jestliže oblast ke gradování má hodnotu šedé stupnice 10 pro své všechny pixely, přičetla by se k hodnotám šedé stupnice 101 ... 150 pro jednotlivé pixely. Nové hodnoty šedé stupnice se přiřadí všem pixelům v oblasti, která se má gradovat. Oblasti, které jsou mimo tuto oblast a nebo nejsou v lineárním vztahu mezi světlými a tmavými oblastmi, nejsou ovlivněny. Všechny lineární vztahy mezi světlými a tmavými oblastmi /prostřednictvím oblasti, která se má gradovat/ jsou vymezeny na bázi dvojice pixelů, t.j. pixel ze světlé oblasti musí být lineárně spojen /prostřednictvím oblasti, která se má gradovat/ s pixelem ve tmavé oblasti. Vícenásobné gradování nastává, když pixely v oblasti, která se má gradovat, jsou lineárně uspořádány mezi vícenásobnými páry světlých a tmavých oblastí /nebo skutečných světlých a tmavých oblastí způsobených překrytím/. Tyto páry se nemusí skládat ze specifických párů, protože zde může existovat mnoho vztahů. Provádí se zde sekvenční zpracování seřazením gradace vícenásobného počtu párů světlé a tmavé oblasti.

Na obr.12 je znázorněn vývojový diagram zobrazující speciální efekt prolínání. Efekt prolínání umožňuje prolínání nebo roztmívání a zatmívání přecházející z jednoho obrázku do druhého. Tento efekt může také probíhat přes více obrázků. V bloku 92 se vybere základní obrázek nebo obrázky, kde se má provádět roztmívání nebo zatmívání. V bloku 94 se vybere obrázek, od kterého se má provádět roztmívání nebo zatmívání. V bloku 95 se vybere číslo políček, přes které má probíhat prolínání. Blok 96 znázornuje prolínání základního obrázku / obrázků/ do určitého obrázku /obrázků/. Prolínání probíhá přes počet políček vybraných v bloku 95. Je to označeno v procentech. Například, když se vybere deset políček, bude se do určeného políčka prolínat deset procent pixelů základního obrázku. Tento proces bu-

de pokračovat, dokud není prolínání skončeno. Když je prolínání skončeno, je proces hotov, jak je znázorněno v bloku 100. Dokud není prolínání skončeno, proces se cyklicky opakuje a větší a větší počet základních obrázků se roztmívá nebo ztmívá, dokud není prolínání skončeno. Je to velice užitečný nástroj pro postupné přecházení ze scény na scénu nebo pro zjevování postav, jako jsou duchové.

Na obr. 13 je znázorněn vývojový diagram zobrazující speciální efekt splývání. Efekt splývání je podobný jako prolínání, kromě přechodu ze základního do určeného políčka a vyskytuje se jenom v jednom políčku v předem vybrané hodnotě v procentech pro šedou stupnici základních pixelů. Splývání umožňuje provádění transparentních efektů, jako jsou obrázky objevující se skrze oheň nebo kouř a také zrcadlení obrázků. Jako příklad je možno uvést obraz postavy /jako základ/ zrcadlící se na dlaždičkové podlaze /určení/ přičemž dlaždičková podlaha je rozeznatelná skrze odražený /transparentní/ základní obraz.

Na obr. 14 je znázorněn vývojový diagram zobrazující speciální efekt skládání. Speciální efekt skládání je prováděn způsobem fóliové animace. To dovoluje vytvoření několika vrstev, které se skládají dohromady k vytvoření konečného obrázku. Je to v animaci častý případ a umožňuje vytváření a zhotovení různých částí úplné animační sekvence nebo části postavy. Například tento nástroj umožňuje animátorovi izolovat obrázek nebo část obrázku a vytvořit animaci těchto individuálních obrázků nebo jejich částí. Tato "subanimace" se může potom skládat do dalšího obrázku nebo do jeho částí. Příkladem tohoto způsobu je animace mrkajících očí odděleně od obličeje, v němž se mají pak oči objevit. Prostřednictvím každého sekvenčního políčka by mělo být rozdílné "mrknutí" očí zahrnuto do obrázku obličeje. Mrknutí nebo mrkání očí by se mělo objevit na obrázku obličeje v celém průběhu sekvence. Jiným příkladem je, když jedna animační skupina pracuje na pozadí, zatímco druhá skupina pracuje na popředí, třetí na hlavní postavě a čtvrtá na vedlejších postavách. Všechny tyto "vrstvy" je nutno spojit dohromady /složit/ k vytvoření konečného díla. Tento nástroj pro skládání provádí úplný přechod ze základního do ur-

čeného obrázku. V bloku 108 se vybere základní obrázek nebo obrázky. V bloku 110 se vybere určený obrázek nebo obrázky. V bloku 112 se obrázky skládají se základními obrázky přepisujícími jakékoliv paměťové místo obsazené určenými obrázky. Skládání se může provádět tak, že základní obrázek se jenom převede na plochy, kde nejsou žádné dřívější masky nebo masky nepřítelých pixelů. Tímto způsobem se postava krácející za jinou postavou skutečně objeví, jak kráčí za touto postavou, namísto aby se obě postavy vzájemně částečně promíchaly, jako kdyby byly průhledné. Když je skládání ukončeno, je proces hotov. Když ne / je třeba skládat dodatečné vrstvy/, cyklus se vrací k bloku 108. Animátor musí ovšem rozhodnout pořadí operace skládání, aby postava, která se má objevit před pozadím, neměla část přepsanou odpovídajícími plochami obrázku pozadí.

Na obr.15 je znázorněn vývojový diagram zobrazující způsob provádění speciálního efektu posunutí pixelů. Tento nástroj umožňuje animátorovi panorámovat záběry pozadí přes série políček a vytvářet efekt pohybu těchto záběrů pozadí. Mnoho obrázků/záběrů/ se může pohybovat v předem stanovené trajektorii, jako například mraky plynoucí po obloze. Použitím nástroje posunutí pixelů se mohou mraky posouvat po souřadnicích X a Y ve vzdálenosti a rychlosti předem určených animátorem. Způsob se provádí z políčka na políčko a může být cyklován, když obrázek opustí "hranice" obrazovky. Rychlost posunutí pixelů se může modifikovat tak, že je nízká během a mimo zdánlivý pohyb prvků přes obrazovku. Také trajektorie pohybu může být naprogramována do operace posunutí pixelu. V bloku 118 se vybere obrázek, který má být posunut. V bloku 120 se vyberou souřadnice X a Y pro vzdálenosti posuvu. V bloku 122 je posuv ukončen. Projeví se přesunem obrázku, který se pohybuje přes obrazovku. Konečně v bloku 124 se provádí výběr cyklování obrázků, které opustily obrazovku, zpět na druhou stranu obrazovky. To umožňuje, aby obrázky byly "cyklicky přetočeny" na začátek příštího políčka.

Na obr.16 je znázorněn vývojový diagram zobrazující speciální efekt automatického provádění prostřední fáze. Tento nástroj je užitečný, když se postavy nebo obrázky pohybují

po předem určené trajektorii nebo předem určenou rotací, všechno relativně konstantní rychlostí. Příkladem tohoto konceptu je postava, která padá přes obrazovku. Jiný příklad je pohyb paže, nohy nebo hlavy příslušné postavy, atd. Tímto nástrojem se může vymezit jakýkoliv možný pohyb. V bloku 126 se vybere obrázek /nebo část obrázku/, kde se má provádět prostřední fáze. V bloku 128 se vybere úhel rotace kolem pevného bodu. V bloku 130 se vybere trajektorie obrázku. Nutno poznamenat, že se vybere pouze trajektorie, když se obrázek neotáčí. Naopak, jestliže se obrázek otáčí bez posouvání, vybere se jenom úhel otáčení. Je také možné vybrat podrobné umístění namísto měření vzdálenosti po níž se mají obrázky pohybovat. V bloku 132 se vybere počet políček, ve kterých se má provádět tento pohyb. Konečně v bloku 134 se tímto způsobem určí políčka prostřední fáze.

Funkce rozostření umožňuje animátorovi rozostřit nebo změkčit barvy při průměrných hodnotách šedé stupnice u vybraného počtu pixelů. Když se vybere část obrázku / t.j. "ružová" tvář na obličejí/, nasadí se aktivní maska sestávající z částí pro rozostření a okolní plochy obrázku, do níž prolne rozostření. Jako příklad může být stanoven obrys obličejě bez očí, nosu atd., ale s tvářemi k rozostření jako maska. Tato maska se zobrazí v bitové rovině 12. Dále částí obrázku, které nejsou součástí masky, se zobrazí v grafické bitové rovině 12 ve skutečné poloze na masce. To znamená, že oči, nos atd., se zobrazí na obličejí. Potom se vybere hodnota odpovídající počtu pixelů na jedné straně pixelů, které se zprůměrují a které mají být zařazeny do zpracování. Potom se udělá pro každý zobrazený pixel průměrná hodnota šedé stupnice vybraného počtu sousedních pixelů a přiřadí se k pixelům, které se zpracovávají. Tyto nové hodnoty šedé stupnice se uloží jenom pro pixely v aktivní masce, t.j. pro tváře a okolní pixely, ve kterých jsou nové hodnoty šedé stupnice jako výsledek rozostřování /změkčování/.

038187	č. j.
16. VIII 91	DOSLED
URAD PRO VYKÁLEZY A OBJEVY	PRIL.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob animace pomocí počítačové grafiky obsahující prostředky k ukládání sérií obrázků do paměti a paměťovou strukturu k ukládání obrazové informace, v y z n a č u j í c í s e t í m, že každý z těchto obrázků obsahuje mnoho obrazových pixelů a paměťová struktura obsahuje mnoho bitových rovin, rozdělených alespoň do dalších dvou paměťových struktur, kde v první paměťové struktuře je přechodně uložena obrazová informace modifikovaná operátorem jako množina vektorových hodnot a ve druhé paměťové struktuře je uložena obrazová informace modifikovaná operátorem v rastrové reprezentaci.
2. Způsob animace podle bodu 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obrázek uložený do této první paměťové struktury se zobrazí na displeji v barvě vybrané operátorem.
3. Způsob animace podle bodu 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že druhá paměťová struktura je dále složena alespoň z jedné bitové roviny.
4. Způsob animace podle bodu 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že tato druhá paměťová struktura se skládá ze čtyř bitových rovin.
5. Způsob animace podle bodu 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obrázek uložený do těchto bitových rovin se zobrazí na displeji v barvě vybrané operátorem.
6. Způsob animace podle bodu 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že každý z těchto obrázků uložených do každé z těchto

bitových rovin se zobrazí na displeji v barvě vybrané operátorem přiřazené těmto bitovým rovinám.

7. Způsob animace podle předchozích bodů, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje následující kroky:

a/ vytvoření a zobrazení prvního obrázku, který je složen z vektorově definovaných přímk a který se uloží jako množina vektorových hodnot do prvního paměťového místa vektorové paměťové struktury;

b/ přechodné uložení prvního obrázku do prvního paměťového místa první rastrové paměťové struktury jako rastrově definovaný obrázek;

c/ vytvoření a zobrazení druhého obrázku, který je složen z vektorově definovaných přímk a který se uloží jako množina vektorových hodnot do druhého paměťového místa vektorové paměťové struktury;

d/ přechodné udržení druhého obrázku do druhého paměťového místa první rastrové paměťové struktury jako rastrově definovaný obrázek;

e/ vytvoření třetího obrázku představujícího přechod z prvního obrázku ke druhému obrázku, kde tento třetí obrázek je složen z vektorově definovaných přímk, a který se uloží jako množina vektorových hodnot do třetího paměťového místa první rastrové paměťové struktury a

f/ uložení třetího obrázku do třetího paměťového místa první rastrové paměťové struktury jako rastrově definovaný obrázek.

8. Způsob animace podle bodu 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že první obrázek se zobrazí na displeji, zatímco se vytváří druhý obrázek.

9. Způsob animace podle bodu 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že první a druhý obrázek se zobrazí současně na displeji, zatímco se vytváří třetí obrázek.
10. Způsob animace podle bodu 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že první obrázek se zobrazí v odlišné barvě než druhý obrázek.
11. Způsob animace podle bodu 10, v y z n a č u j í c í s e t í m, že první obrázek se zobrazí v první barvě, druhý obrázek se zobrazí ve druhé barvě a třetí obrázek se zobrazí ve třetí barvě.
12. Způsob animace podle předchozích bodů, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje následující kroky:
 - a/ vytvoření druhého obrázku ve vztahu k prvnímu rastrově definovanému obrázku, kde druhý obrázek obsahuje množinu vektorově definovaných přímek a
 - b/ uložení druhého obrázku do paměti jako rastrově definovaný obrázek.
13. Způsob animace podle předchozích bodů, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje operaci stínování obrázků vytvořených z pixelů, kde tyto pixely mají přiřazené hodnoty šedé stupnice, kde tato operace obsahuje následující kroky:
 - a/ výběr ploch pixelů u obrázků;
 - b/ výběr hodnoty šedé stupnice k aplikaci k vybraným pixelům
 - c/ aplikování hodnoty šedé stupnice na vybrané pixely, kde tato aplikace nahradí jakékoliv předchozí hodnoty šedé stupnice u vybraných pixelů.
14. Způsob animace podle předchozích bodů, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje operaci pro vytvoření stínu k obráz-

kům vytvořených z pixelů, kde tyto pixely mají přiřazeny hodnoty šedé stupnice, kde tato operace obsahuje následující kroky:

a/ výběr plochy pixelů u obrázku;

b/ výběr hodnoty posunutí šedé stupnice, pomocí které budou přeskupeny vybrané pixely a

c/ aplikování hodnoty posunutí šedé stupnice na vybrané pixely, kde tato aplikace nahradí předchozí hodnoty šedé stupnice, kde vybrané pixely s novou hodnotou šedé stupnice se rovnají původní šedé stupnici zvětšenou o hodnotu posunutí vybrané šedé stupnice.

15. Způsob animace podle předchozích bodů, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje operaci gradování stínování obrázků vytvořených z pixelů, kde tato operace obsahuje následující kroky:

a/ výběr plochy pixelů, na kterou se bude působit;

b/ výběr první a druhé oblasti pixelů, kde alespoň část plochy leží na přímce mezi první a druhou oblastí;

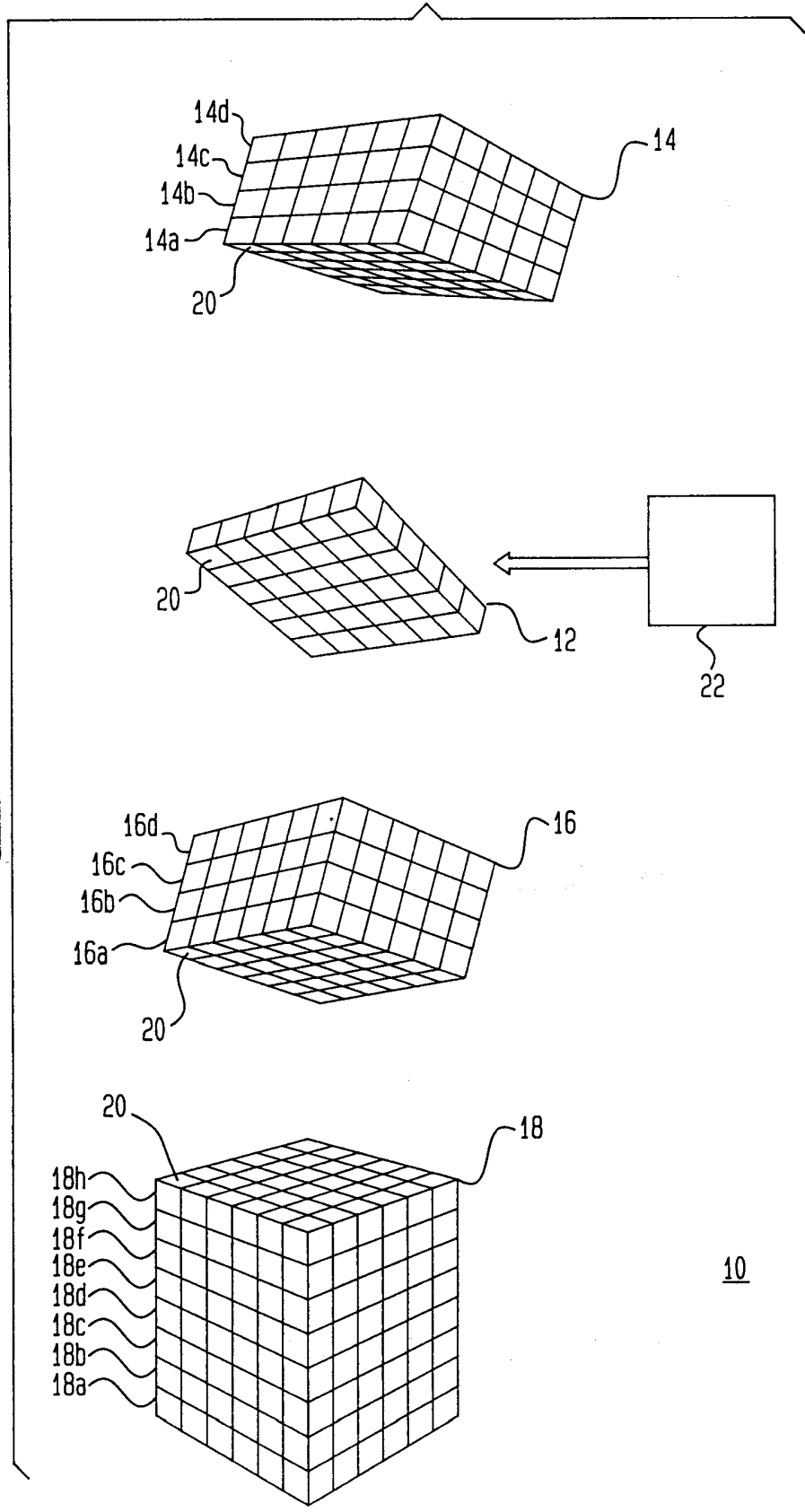
c/ stanovení odlišných číselných hodnot pro první a druhou oblast sloužících jako koncové body pro lineárně rostoucí funkci na všech přímkách mezi první a druhou oblastí prostřednictvím uvedené plochy;

d/ připočtení přírůstku šedé stupnice, jejíž hodnota je vymezena touto lineárně rostoucí funkcí k dříve existující hodnotě šedé stupnice každého pixelu ležících na uvedených přímkách uvedené plochy;

e/ nahrazení dříve existující hodnoty šedé stupnice každého pixelu na uvedených přímkách uvedené plochy novou hodnotou šedé stupnice s uvažováním připočtení uvedeného přírůstku.

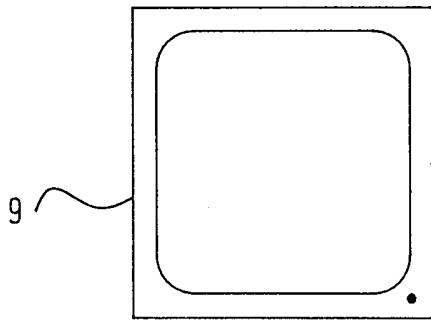
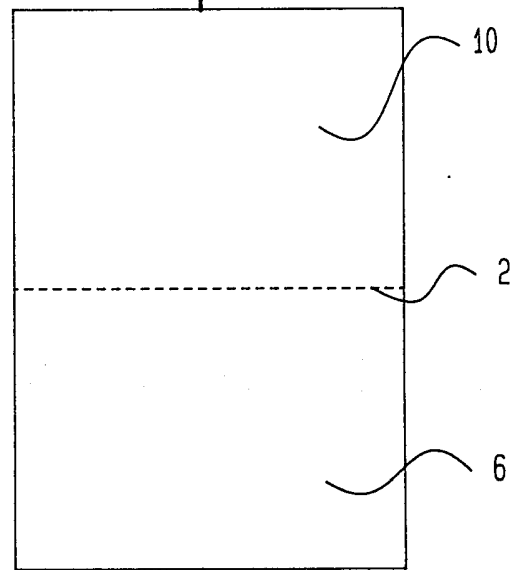
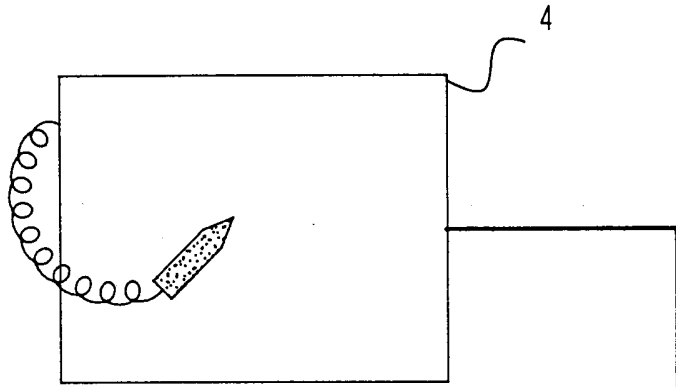
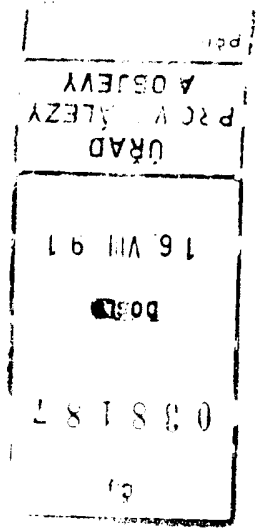
16. Způsob animace podle bodu 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že jedna z obou oblastí obsahuje subdivize oblastí pixelů umístěné kolem uvedené plochy.
17. Způsob animace podle bodu 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje krok opakování kroků a/ prostřednictvím f/ s uvedeným třetím obrázkem vytvořeným v kroku e/, který se stává novým prvním obrázkem.
18. Způsob animace podle bodu 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje krok opakování kroků a/ prostřednictvím f/ s uvedeným třetím obrázkem vytvořeným v kroku e/, který se stává novým druhým obrázkem.
19. Způsob animace podle bodu 7, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přechodně uložené obrázky jsou všechny uloženy v oddělené druhé rastrové paměťové struktuře s hodnotou šedé stupnice přiřazené ke každé bitové rovině.
20. Způsob animace podle bodu 19, v y z n a č u j í c í s e t í m, že každá oddělená druhá rastrová paměťová struktura odpovídá jednomu políčku animované sekvence obrázků.
21. Způsob animace podle bodu 20, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obrázky uložené v oddělené druhé rastrové paměťové struktuře se cyklují a zobrazují se na displeji ke znázornění animace.
22. Způsob animace podle bodu 21, v y z n a č u j í c í s e t í m, že cyklování obrázků se provádí automaticky v předem dané rychlosti a předem daném směru.

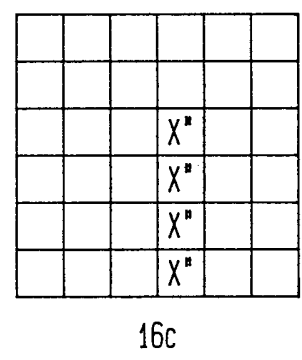
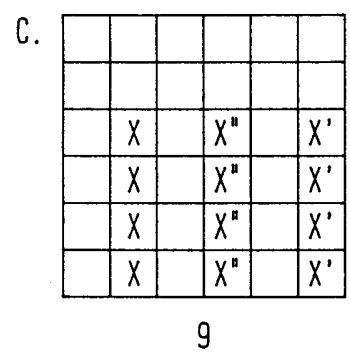
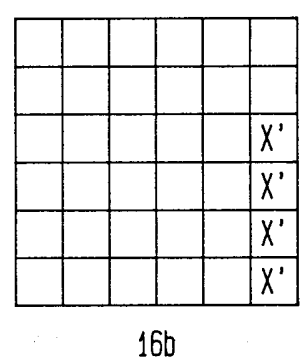
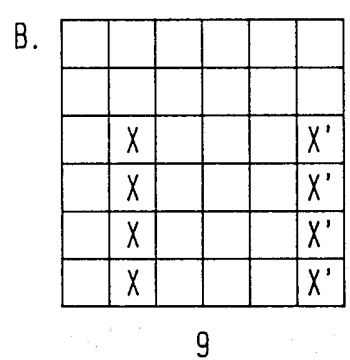
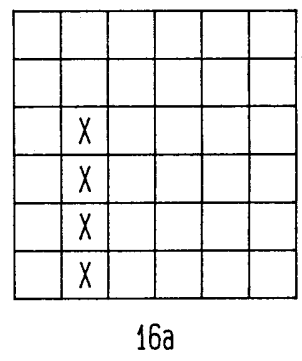
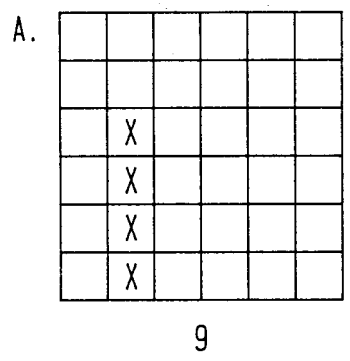
P. 111.
 A. OBEVY
 PRC V. ALEZY
 URAD
 16 VII 91
 DOSTA
 038187
 19



PV 1528-91 W

2/12



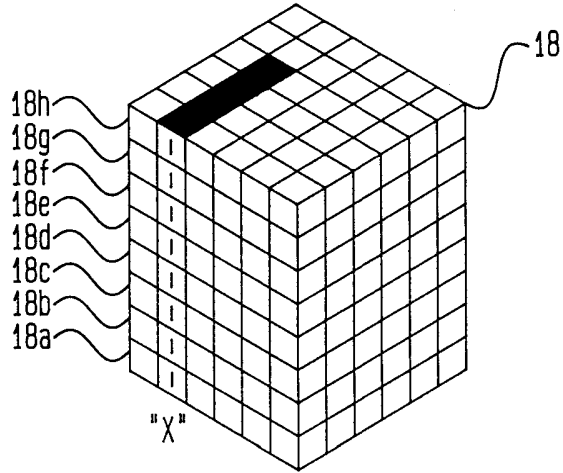


ÚRAD
 PRACOVNÍČŤEJ
 A OBLIEVY
 PRIL.

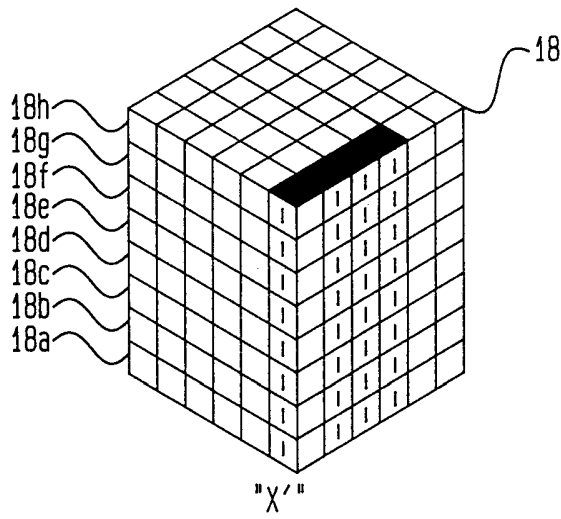
038187
 16 VIII 91

4/12

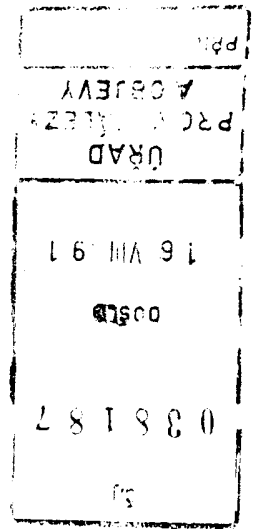
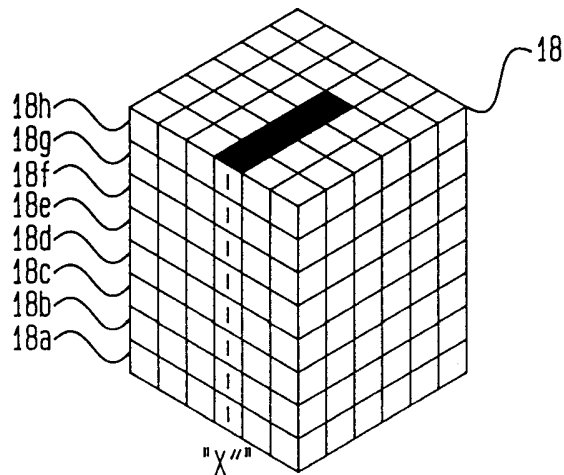
A.

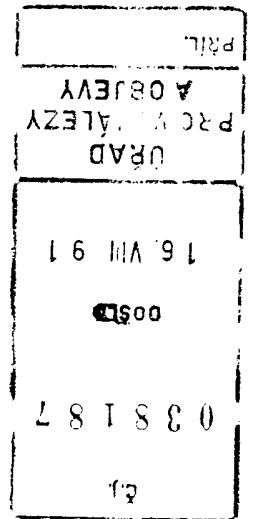
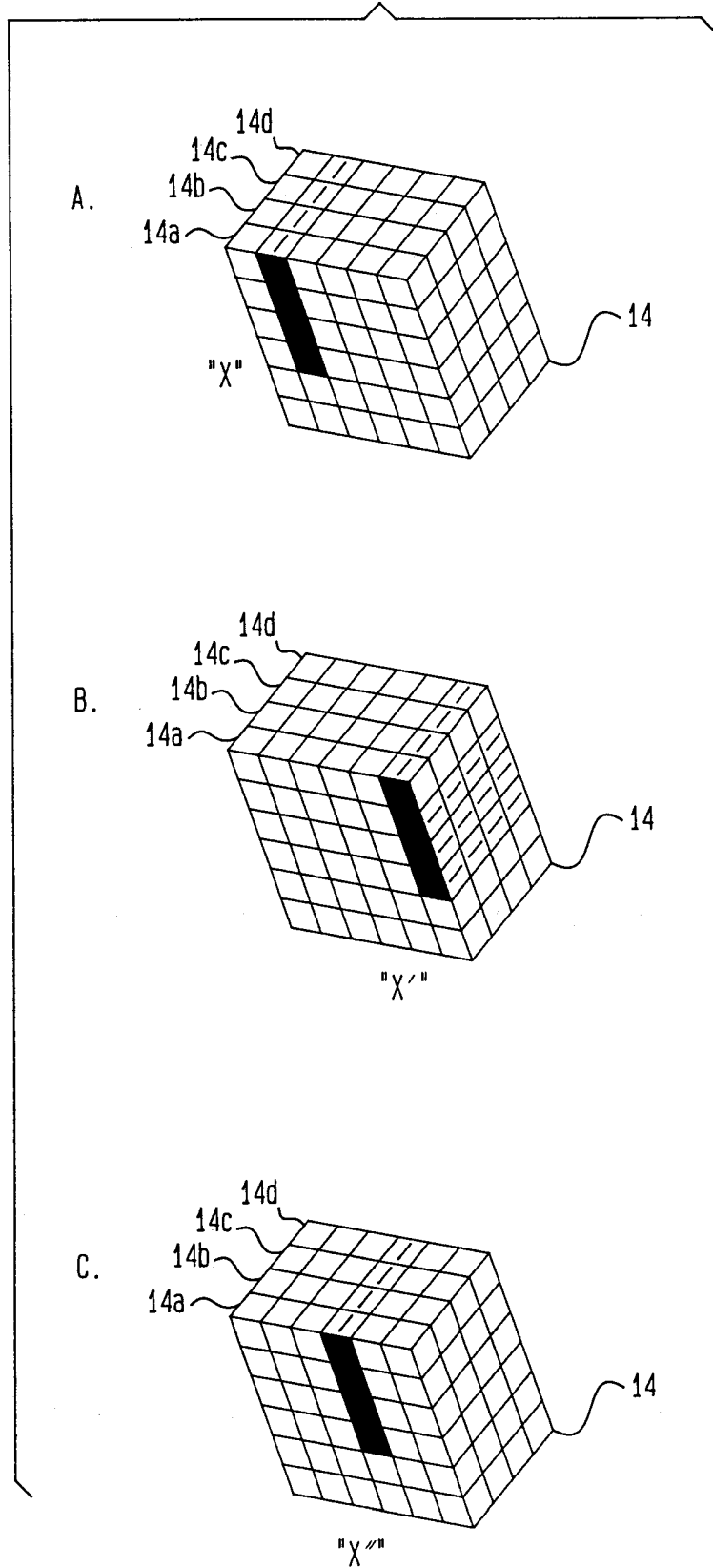


B.

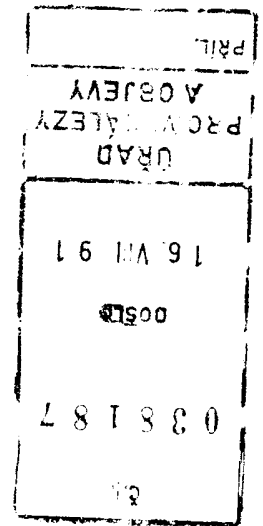
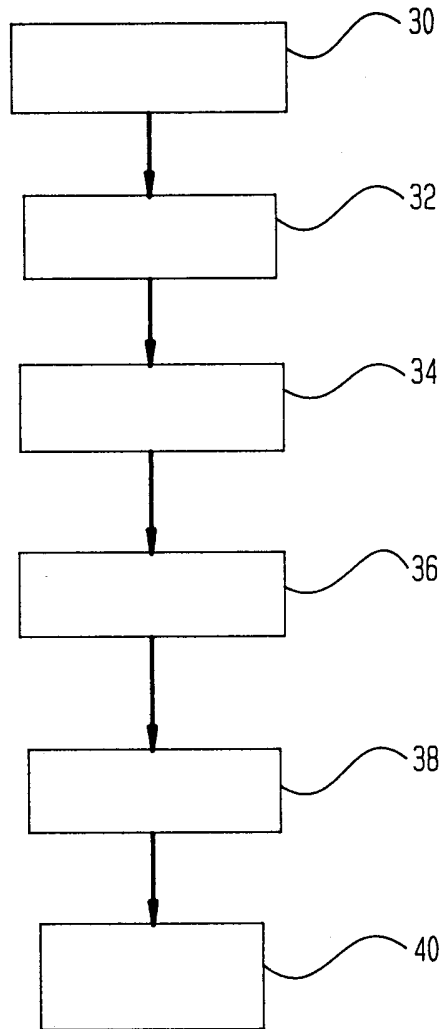


C.



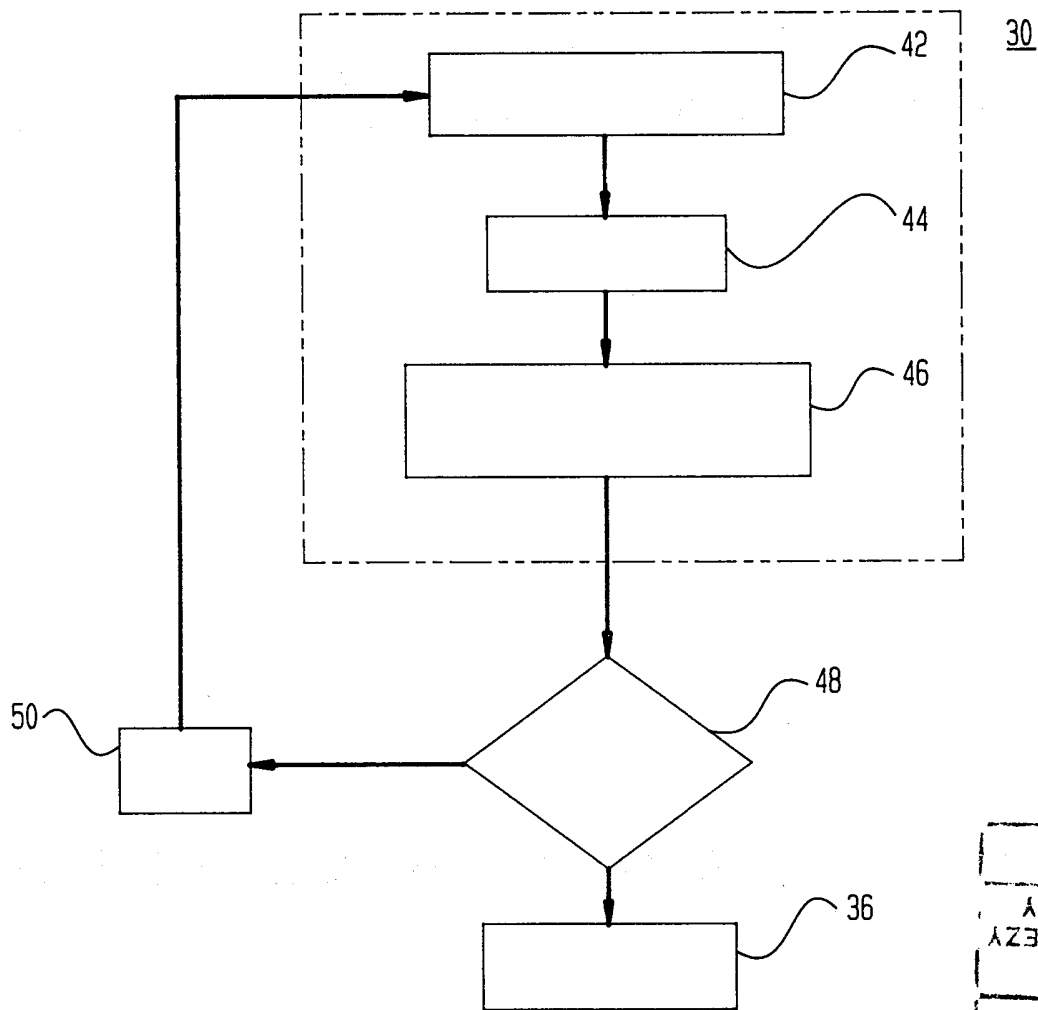


6/12



PV 1528-91W

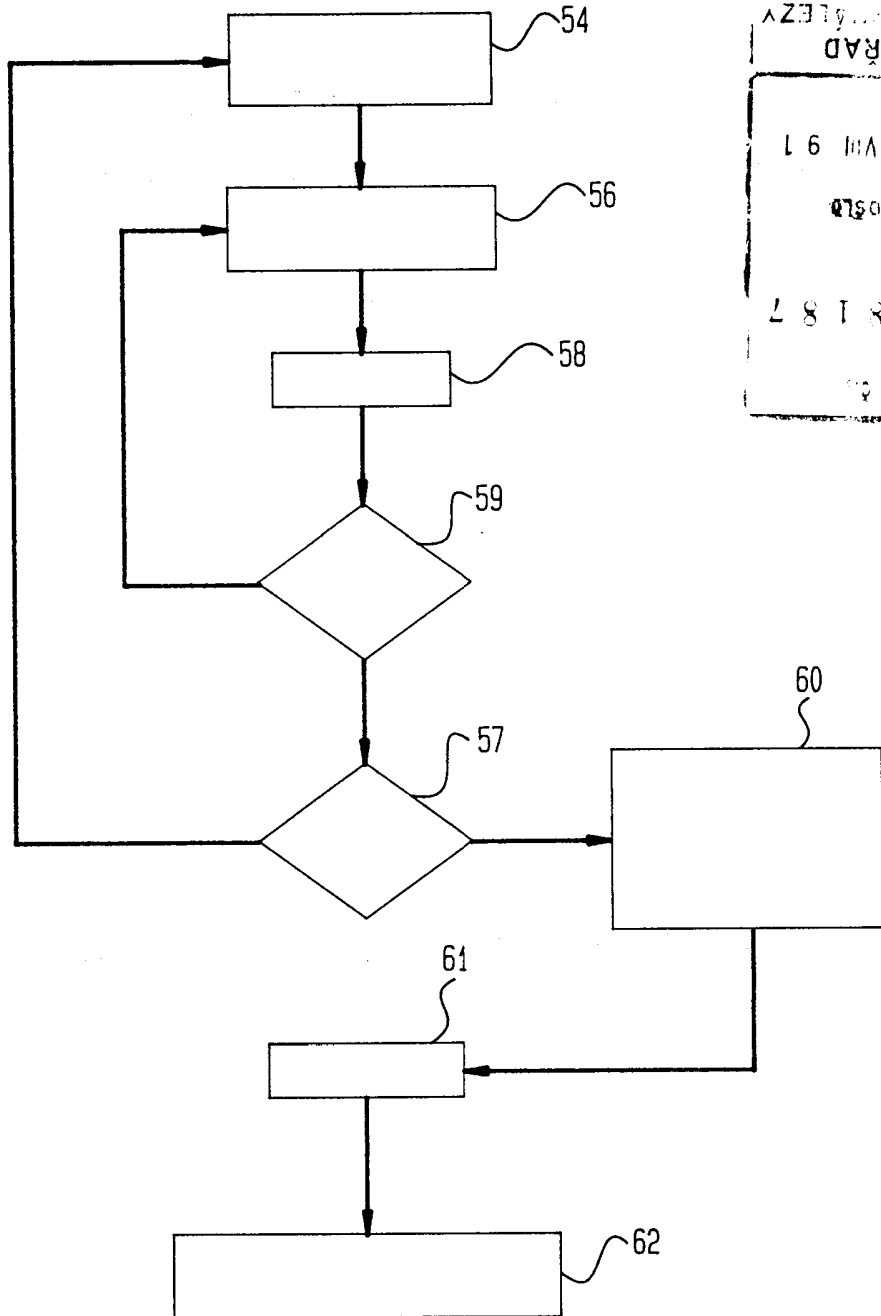
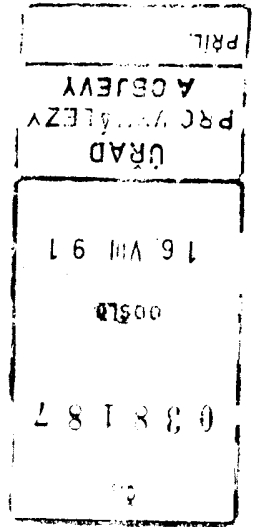
7/12



038187
00500
16 VII 91
URAD
PROC. ALEZY
A OBEVY
PRIL

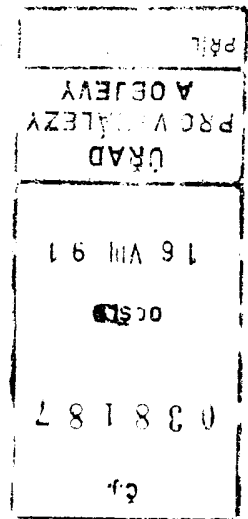
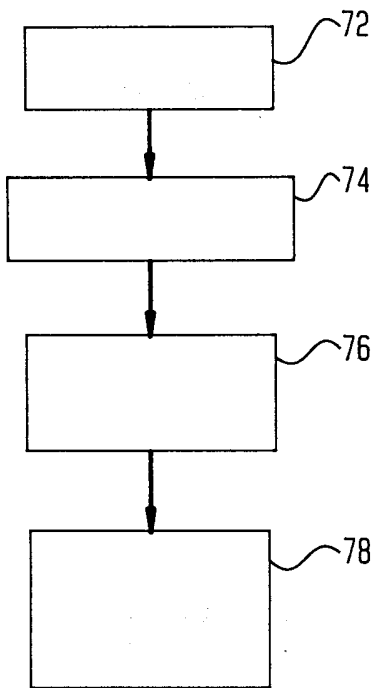
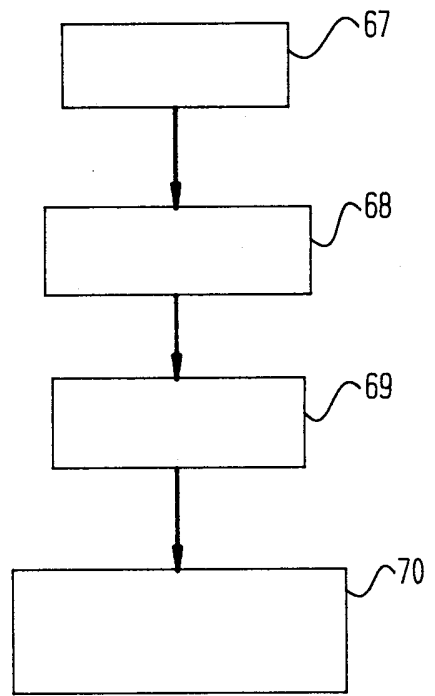
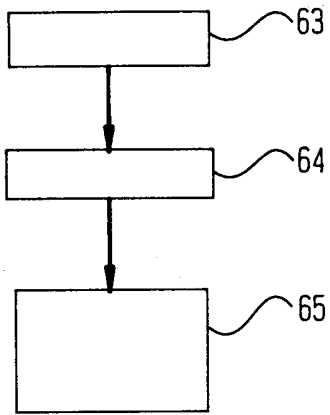
PV 1528-91W

8/12



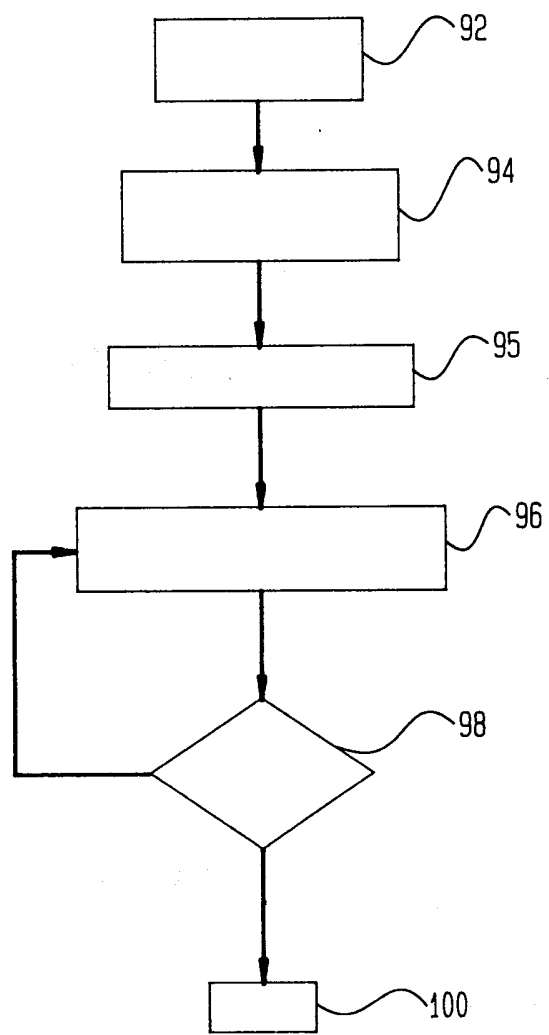
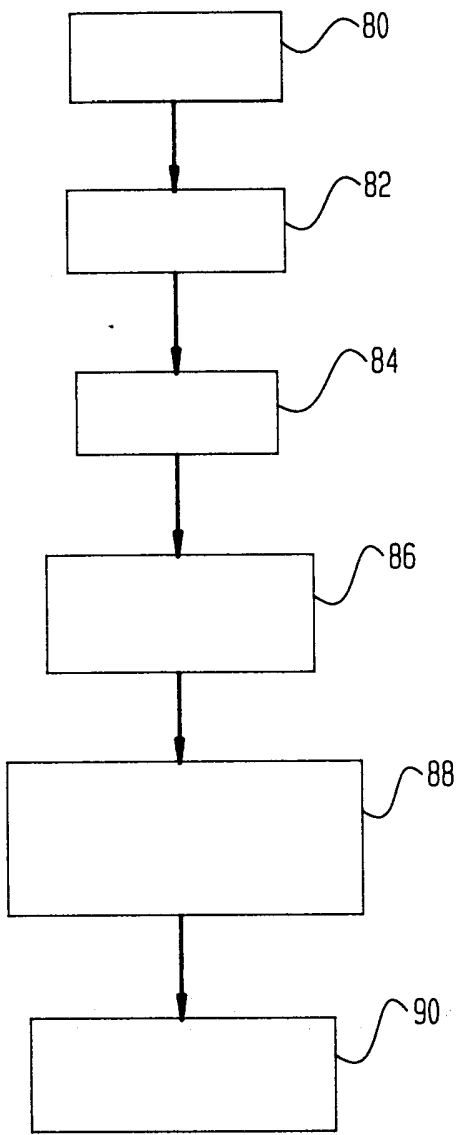
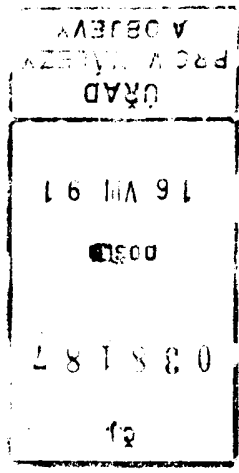
9/12

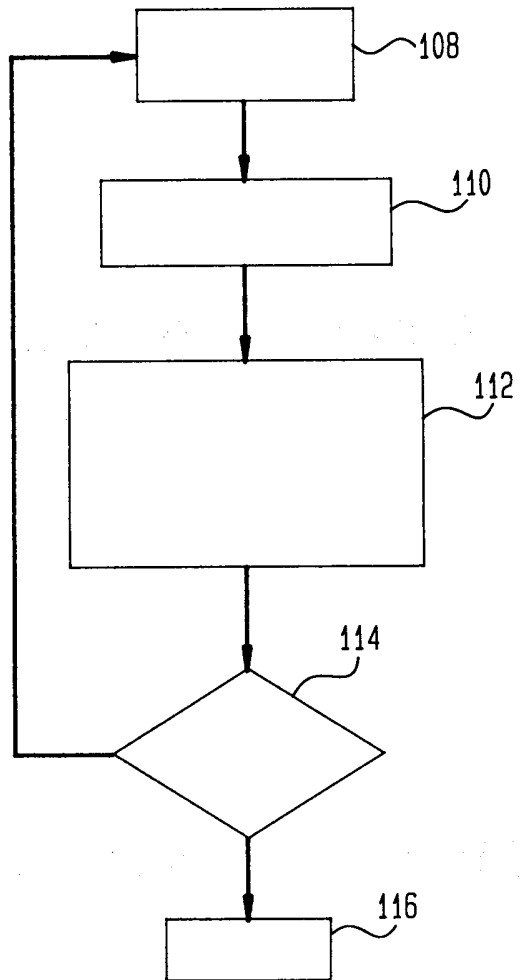
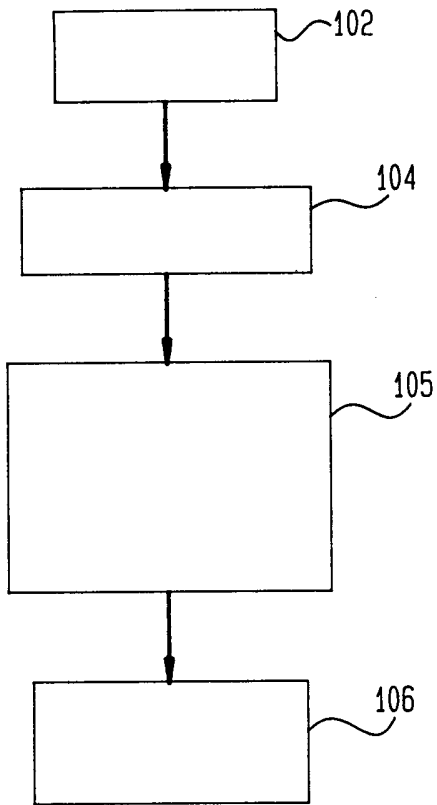
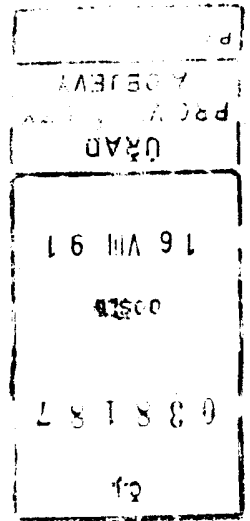
38



PV 1528-91W

10/12





12/12

