

3164R

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

A1

KIVONAT

Videojel feldolgozó számítógép, celluláris csip és eljárás egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására

A találmány egyrészt videojel feldolgozó számítógép egy vagy több bejövő videojelnek ($Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$) egy vagy több kimenő videojellé ($Y_{out,1} \dots Y_{out,M}$) való átalakítására, amely tartalmaz nagy számú programozható cellából (30) álló celluláris hálózatot, amely programozható cellák (30) mindegyike tartalmaz lokális processzor magot (32) és vezérelhető belső kapcsolókon (41) keresztül azzal összekötött lokális analóg memóriaelemeket, és amely videojel feldolgozó számítógép tartalmaz továbbá a lokális processzor magok (32) és a belső kapcsolók (41) vezérlésére alkalmas vezérlőegységet. A találmány szerint a celluláris hálózat tartalmaz több video sorra kiterjedő horizontális képpocka sávban lévő képpontok számának megfelelő számú, egyenként a sávban lévő képpontokhoz rendelt programozható cellát (30), amely sáv tartalmaz hasznos területet és átfedő területet, a lokális analóg memóriaelemek tartalmaznak vezérelhető input kapcsolókon (53) keresztül a bejövő videojeleket ($Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$) hordozó vezetékekre (51) csatlakozó input memóriaelemeket és vezérelhető output kapcsolókon (54) keresztül a kimenő videojeleket ($Y_{out,1} \dots Y_{out,M}$) hordozó vezetékekre (52) csatlakozó output memóriaelemeket, és ahol az input kapcsolók (53) vezérlésével a bejövő videojeleknek ($Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$) az egymással az átfedő területeken átlapolódó egymás alatti sávok képpontjaihoz tartozó bejövő analóg értékei sávonként az egyes képpontokhoz rendelt programozható cellák (30) input memóriaelemeibe vannak mintavételezéssel beolvasva, a belső kapcsolók (41) vezérlésével egy teljes sáv beolvasása után a sáv bejövő analóg értékein a celluláris hálózattal képfeldolgozási művelet van végeztetve, amelynek eredményeként előálló, az egyes képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékek az output memóriaelemekbe vannak betöltve, majd az output kapcsolók (54) vezérlésével a hasznos területen lévő képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékek ütemezett kiolvasásával a kimenő videojeleknek ($Y_{out,1} \dots Y_{out,M}$) a sávhoz tartozó része elő van állítva. A találmány másrészt

olyan celluláris csip a fenti videojel feldolgozó számítógéphez, amelyen találmány szerinti celluláris hálózat van kialakítva. A találmány továbbá eljárás az egy vagy több bejövő videojelnek ($Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$) az egy vagy több kimenő videojellé ($Y_{out,1} \dots Y_{out,M}$) való átalakítására, amelynek során a fenti hardverrel a bejövő videojeleket ($Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$) több video sorra kiterjedő, egymással átlapolódó egymás alatti sávonként dolgozzák fel. (9. ábra)



3164RKÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

Videojel feldolgozó számítógép, celluláris csip és eljárás egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására

A találmány egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására szolgáló, celluláris hálózatot tartalmazó videojel feldolgozó számítógépre, celluláris csipre és eljárásra vonatkozik, ahol az átalakítás, vagyis a videojel feldolgozás digitalizálás nélkül valós időben történik.

Számos olyan technika állása szerinti megoldás létezik, amelyekben videojel feldolgozásra celluláris hálózatot alkalmaznak. Videojelek, célszerűen televíziós jelek feldolgozására szolgáló berendezést ismertetnek például az EP 0 488 003 A2 szabadalmi leírásban. Ezen berendezésben a celluláris hálózat a videojelek késleltetett digitalizált mintáival dolgozik és alapvetően jelhiba javítását célozza. Az ismert berendezés azonban nem alkalmas videojelek valós idejű, digitalizálás nélküli feldolgozására, ami jelentősen leszűkíti alkalmazási területét.

Az US 5 355 528 szabadalmi leírásban olyan programozható analóg számítógépet ismertetnek, amelyet a celluláris hálózatok egyik speciális típusából, a celluláris neurális hálózatból alakítottak ki, és amelyet CNN-UM-nek (CNN Universal Machine, CNN univerzális gép) neveztek el. A CNN-UM lokálisan összekötött programozható analóg/logikai cellákból álló cellatömböt tartalmaz. A cellatömb egyes programozható cellái tartalmaznak analóg magot és kapcsolókon keresztül azzal összekötött lokális analóg memóriaelemeket. A CNN-UM tartalmaz továbbá az analóg magok és a kapcsolók vezérlésére alkalmas vezérlőegységet. A lokális összekötöttség alatt azt értjük, hogy egy analóg mag csak az őt körülvevő, előre meghatározott távolságon belül levő analóg magokkal tud közvetlenül kommunikálni.

A cellatömböt tartalmazó CNN-UM már alkalmas lehet videojelek digitalizálás nélküli valós idejű feldolgozására. Egy ilyen analóg/logikai cellatömböt tartalmazó videojel feldolgozó számítógép azonban csak úgy tud egy vagy több bejövő videojel által meghatározott video képkockákat feldolgozni, ha egy képkockát alkotó minden egyes képpont a cellatömbben egy-egy cellának van megfeleltetve. Egy video képkockában több százezer képpont található, viszont a szilícium technológia korlátjai miatt egy szilícium csipre maximum néhányszor tízezer analóg cellát lehet elhelyezni. Ezért ezen technika állása szerinti megoldással nem lehetséges olyan celluláris csipet kialakítani, amely képes lenne videojelek valós idejű, digitalizálás nélküli feldolgozására.

A találmány célja ezért egyrészt olyan celluláris csipre épülő videojel feldolgozó számítógép kialakítása, amely nagy számítási teljesítménye folytán lehetővé teszi videojelek valós idejű, digitalizálás nélküli feldolgozását, de mégis viszonylag kis számú alkatrészből áll, és ezért kis költséggel megvalósítható.

A találmány célja másrészt olyan celluláris csip kialakítása, amely a találmány szerint alkalmas videojelek valós idejű, digitalizálás nélküli feldolgozására, miközben a megvalósítás szempontjából elfogadható számú programozható cellából áll, és ezért egy vagy néhány szilícium csipen kis költséggel megvalósítható.

A találmány célja továbbá olyan eljárás megalkotása videojel feldolgozásra, amely a videojelek digitalizálása nélkül viszonylag kis hardverigény mellett egyszerű módon nagy teljesítményű valós idejű feldolgozást tesz lehetővé.

Felismertük, hogy mivel egy celluláris csipen egy egész képkocka képpontjainak megfelelő számú programozható cella nem fér el, olyan celluláris csipet kell kialakítani, amely a képkockákat részleteiben dolgozza fel. Mivel a képkockák video soronként érkeznek, a képkockák vízszintes darabolása célszerű. A találmány szerint a video képkockákat több video sorra kiterjedő horizontális sávokra szeleteljük, és ezeket a sávokat dolgozzuk fel egymás után. A találmány szerinti celluláris csip programozható cellái egyesével az adott sávban lévő képpontokhoz vannak rendelve.

A video képkockák sávonkénti feldolgozásánál azonban felmerül a határfelületek okozta probléma. A képfeldolgozási műveletek legnagyobb része ugyanis olyan, hogy a művelet elvégzéséhez nemcsak az egyes képpontokra, hanem azok szűkebb környezetére is szükség van. Az átfedések hiánya, illetve az elégtelen átfedések ezért ismert módon képhibákhoz vezetnek. A találmány szerint ezért a video képkockákat egymással átlapolódó sávonként dolgozzuk fel. Az átlapolódások miatt a video képkockák feldolgozandó sávjait - mivel a bejövő videojelek valós idejű feldolgozásnál folyamatosan érkeznek - felváltva külön-külön memóriaterületekre olvassuk be, és a sávok eltárolt értékeivel sávonként külön-külön végzünk képfeldolgozási műveletet. Ezeket a memóriaterületeket a találmány szerint az egyes programozható cellákban lokális analóg memóriaelemekkel megvalósított input memóriabankokként alakítjuk ki. A képfeldolgozási művelet eredményét az egyes programozható cellákban felváltva külön-külön memóriaterületekre, a továbbiakban output memóriabankokba töltjük, amelyek felváltva történő ütemezett kiolvasásával állítható elő az egy vagy több kimenő videojel.

A találmány szerinti celluláris csipben lévő programozható cellák tartalmazznak az adott celluláris hálózatra jellemző magot, adott esetben további feldolgozó egységeket, például olyanokat, mint amelyeket a CNN-UM kapcsán ismertettek, valamint az input és output memóriabankokat. A programozható cellának a találmány szerinti input és output memóriabankokon kívüli részét a továbbiakban lokális processzornak nevezzük. A lokális processzorok felépítése a találmány szempontjából nem lényeges, hanem a találmány szerinti megoldás bármilyen megfelelő celluláris hálózatban alkalmazható. A celluláris hálózatok egymástól lényegében a lokális processzorokban lévő analóg magokban térnek el egymástól. A lehetséges celluláris hálózatokra néhány példa a következő:

- A fenti CNN-UM szerinti magokkal rendelkező celluláris hálózat.
- Analóg előrecsatolt konvolúciós magokkal rendelkező hálózat (convolution neural network: konvolúciós neurális hálózat). Ez négyszögrácson elhelyezkedő cellákból álló analóg kétrétegű előrecsatolt neurális hálózat, amely az egyik - bemeneti - rétegre töltött kétdimenziós adathalmazon analóg módon konvolúciót számol, s a konvolúció kiszámolt végeredményét a másik - kimeneti - rétegen jeleníti meg.

- Általános analóg processzor magokkal rendelkező celluláris hálózat. Ilyen típusú hálózatot ismertetett például Piotr Dudek és Peter J. Hicks „A CMOS general-purpose sampled-data analogue microprocessor” címmel az ISCAS 2000 – IEEE Symposium on Circuits and Systems c., 2000. május 28-31-i, genfi konferencián.

- Kétdimenziós ellenállás hálózat (2D resistive grid) elrendezésű feldolgozó celluláris hálózat.

A találmány tehát egyrészt videojel feldolgozó számítógép egy vagy több bejövő videojelnak egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására, amely tartalmaz nagy számú programozható cellából álló celluláris hálózatot, amely programozható cellák mindegyike tartalmaz lokális processzor magot és vezérelhető belső kapcsolókon keresztül azzal összekötött lokális analóg memóriaelemeket, és amely videojel feldolgozó számítógép tartalmaz továbbá a lokális processzor magok és a belső kapcsolók vezérlésére alkalmas vezérlőegységet. A találmány szerint a celluláris hálózat tartalmaz több video sorra kiterjedő horizontális képkocka sávban lévő képpontok számának megfelelő számú, egyenként a sávban lévő képpontokhoz rendelt programozható cellát, amely sáv tartalmaz hasznos területet és átfedő területet, a lokális analóg memóriaelemek tartalmaznak vezérelhető input kapcsolókon keresztül a bejövő videojeleket hordozó vezetékekre csatlakozó input memóriaelemeket és vezérelhető output kapcsolókon keresztül a kimenő videojeleket hordozó vezetékekre csatlakozó output memóriaelemeket, és ahol az input kapcsolók vezérlésével a bejövő videojeleknek az egymással az átfedő területeken átlapolódó egymás alatti sávok képpontjaihoz tartozó bejövő analóg értékei sávonként az egyes képpontokhoz rendelt programozható cellák input memóriaelemeibe vannak mintavételezéssel beolvasva, a belső kapcsolók vezérlésével egy teljes sáv beolvasása után a sáv bejövő analóg értékein a celluláris hálózattal képfeldolgozási művelet van végeztetve, amelynek eredményeként előálló, az egyes képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékek az output memóriaelemekbe vannak betöltve, majd az output kapcsolók vezérlésével a hasznos területen lévő képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékek ütemezett kiolvasásával a kimenő videojeleknek a sávhoz tartozó része elő van állítva.

A találmány másrészt celluláris csip egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására szolgáló videojel feldolgozó számítógéphez, amely celluláris csip tartalmaz nagy számú programozható cellából álló celluláris hálózatot, amely programozható cellák mindegyike tartalmaz lokális processzor magot, lokális analóg memóriaelemeket, valamint a lokális analóg memóriaelemeket a lokális processzor maggal összekötő belső buszt, ahol a lokális processzor mag és a lokális analóg memóriaelemek vezérelhető belső kapcsolókon keresztül vannak a belső buszra csatlakoztatva. A találmány szerint a celluláris hálózat több sorból álló sávban elrendezett programozható cellákat tartalmaz, amely sáv tartalmaz hasznos területet és átfedő területet, a hasznos területen lévő programozható cellák tartalmaznak legalább kettő input memóriabankot és legalább kettő output memóriabankot, az átfedő területen lévő programozható cellák pedig tartalmaznak legalább kettő input memóriabankot és legalább egy output memóriabankot, ahol az egyes input memóriabankok a bejövő videojelek számának megfelelő számú, a bejövő videojelek mintavételezett értékeinek tárolására szolgáló input memóriaelemet tartalmaznak és az egyes output memóriabankok a kimenő videojelek számának megfelelő számú, a kimenő videojelek számított mintavételi értékeinek tárolására szolgáló output memóriaelemet tartalmaznak, valamint ahol az input memóriaelemek vezérelhető input kapcsolókon keresztül a bejövő videojeleket hordozó vezetékekre vannak csatlakoztatva, az output memóriaelemek pedig vezérelhető output kapcsolókon keresztül a kimenő videojeleket hordozó vezetékekre vannak csatlakoztatva.

A találmány továbbá eljárás egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására, amelynek során az átalakításhoz nagy számú programozható cellából álló celluláris hálózatot alkalmazunk, amely programozható cellák mindegyike tartalmaz lokális processzor magot és lokális memóriaelemeket. A találmány szerint a bejövő videojeleket több video sorra kiterjedő, egymással átlapolódó egymás alatti sávoként dolgozzuk fel, amely sáv tartalmaz szomszédos sávval nem átlapolódó hasznos területen lévő képpontokat és szomszédos sávval átlapolódó átfedő területen lévő képpontokat, ahol a celluláris hálózat tartalmaz a sávban lévő képpontok számának megfelelő számú programozható cellát, amelyek sávoként a sáv ugyanazon pozíciójú képpontjához vannak rendelve, és amelyek tartalmaznak

felváltva az egymás utáni sávokhoz rendelt lokális input és output memóriaelemeket, ahol a bejövő videojelek ütemezett mintavételezésével nyert, az egyes képpontokhoz tartozó bejövő analóg értékeket az adott sávban a képponthoz rendelt programozható cellának a sávhoz rendelt lokális input memóriaelemeiben eltároljuk, egy teljes sáv bejövő analóg értékeinek eltárolása után a sávhoz rendelt lokális input memóriaelemekben eltárolt bejövő analóg értékeken a celluláris hálózattal képfeldolgozási műveletet végzünk, amelynek eredményeként előálló, az egyes képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékeket programozható cellánként a sávhoz rendelt lokális output memóriaelemekbe töltjük, majd a sáv hasznos területén lévő képpontokhoz rendelt programozható celláknak a sávhoz rendelt lokális output memóriaelemeiből a kimenő analóg értékeket ütemezetten kiolvasva a kimenő videojeleknek a sávhoz tartozó részét előállítjuk.

A találmány továbbá eljárás egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására, ahol a videojelek video sorokból álló képkockákat reprezentálnak. A találmány szerint a bejövő egy vagy több videojelet több video sorra kiterjedő, egymással átlapolódó egymás alatti sávonként dolgozzuk fel, amely sáv tartalmaz szomszédos sávval nem átlapolódó hasznos területen lévő képpontokat és szomszédos sávval átlapolódó átfedő területen lévő képpontokat, ahol a bejövő egy vagy több videojel ütemezett mintavételezésével az egyes sávok képpontjaihoz tartozó bejövő analóg értékeket egy a sávhoz rendelt első memóriaeszközben eltároljuk, egy teljes sáv bejövő analóg értékeinek eltárolása után azokon képfeldolgozási műveletet végzünk, amelynek eredményeként előálló, az egyes képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékeket egy a sávhoz rendelt második memóriaeszközbe töltjük, majd a sáv hasznos területén lévő képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékeket a második memóriaeszközből ütemezetten kiolvasva az egy vagy több kimenő videojelnek a sávhoz tartozó részét előállítjuk.

A találmány példaképpen előnyös kiviteli alakjait és fogantatási módjait a továbbiakban rajzokkal ismertetjük, ahol az

1. ábra a találmány szerinti videojel feldolgozó számítógép vázlatos ábrázolása, a

2. ábra szimmetrikus határfeltétellel rendelkező sáv-kialakítás vázlatos ábrázolása, a

3. ábra aszimmetrikus határfeltétellel rendelkező sáv-kialakítás vázlatos ábrázolása, a

4. ábra előreszámolt aszimmetrikus határfeltétellel rendelkező sáv-kialakítás vázlatos ábrázolása, az

5. ábra két input memóriabankkal kialakított, szimmetrikus határfeltételű sávot feldolgozó videojel feldolgozó számítógép időzítési diagramja, a

6. ábra három input memóriabankkal kialakított, szimmetrikus határfeltételű sávot feldolgozó videojel feldolgozó számítógép időzítési diagramja, a

7. ábra két input memóriabankkal kialakított, aszimmetrikus határfeltételű sávot feldolgozó videojel feldolgozó számítógép időzítési diagramja, a

8. ábra három input memóriabankkal kialakított, aszimmetrikus határfeltételű sávot feldolgozó videojel feldolgozó számítógép időzítési diagramja, a

9. ábra egy találmány szerinti példaképpeni programozható cella előnyös kiviteli alakjának vázlatos felépítési rajza, a

10. ábra a 9. ábra szerinti programozható cella I/O moduljának felépítési rajza, a

11. ábra egy sávon belül egy adott időpillanatban a mintavételezési, illetve eredmény kiolvasási pontok elhelyezkedésének példája, a

12. ábra egyetlen találmány szerinti celluláris csippel megvalósított videojel feldolgozó számítógép vázlatos felépítési rajza, a

13. ábra két találmány szerinti celluláris csippel megvalósított videojel feldolgozó számítógép vázlatos felépítési rajza, a

14. és 15. ábrák "inter frame" képfeldolgozási funkcióra is alkalmas példaképpeni videojel feldolgozó számítógépek vázlatos felépítési rajzai, és a

16. ábra a 12-15. ábrák szerinti videojel feldolgozó számítógépben lévő digitális vezérlőegység vázlatos felépítési rajza.

Az ábrákon az azonos funkciót betöltő elemek azonos hivatkozási jellel vannak jelölve.

A találmány szerinti videojel feldolgozó számítógépet a váltósoros (interlaced) vagy folytonos (progressive scan) videojelek valós-idejű digitalizálás

nélküli feldolgozására alakítottuk ki, de az természetesen alkalmas bármilyen jelenlegi vagy jövőbeli szabvány szerinti videojel feldolgozására is. N darab sor és képszinkronizált $Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$ bejövő videojelet és M darab sor és képszinkronizált $Y_{out,1} \dots Y_{out,M}$ kimenő videojelet feltételezve a találmány szerinti celluláris csipet tartalmazó 10 videojel feldolgozó számítógépet az 1. ábra mutatja. A leírásban bejövő és kimenő videojeleken elsősorban olyan monokromatikus világosság jeleket értünk, amelyeket szabványos videojelekből a szinkron jel lekeverésével és az esetleges kompozit videojelek összetevőkre való szétszedésével kapunk. A szabványos bejövő videojelekből az $Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$ bejövő videojeleket például a következőkben ismertetésre kerülő 72 video input modul, az $Y_{out,1} \dots Y_{out,M}$ kimenő videojelekből a szabványos kimenő videojeleket pedig például a következőkben ismertetésre kerülő 73 video output modul állítja elő.

A találmány szerinti 10 videojel feldolgozó számítógépben az előnyösen celluláris csip formájában megvalósított celluláris hálózat programozható cellái egyesével a sávban lévő képpontokhoz vannak rendelve, ezért a megválasztott képkocka sáv felépítése meghatározza a celluláris csip felépítését is. Mindezek miatt a példaképpen előnyös sáv-kialakítások alábbi ismertetése egyben a celluláris csip-kialakítások ismertetése is. A tárgyalt példaképpen sáv-kialakításokban a sávok teljes video sor szélességűek (PAL: 768; NTSC: 640), tehát teljes video sorokat tartalmaznak. A későbbiekben kifejtettek szerint azonban lehetségesek olyan celluláris csip-kialakítások is, amelyekben a sávok több átfedő szakaszra vannak bontva, és minden egyes szakaszt egy-egy celluláris csip önállóan dolgoz fel. Ennek az elrendezésnek az az előnye, hogy egyetlen celluláris csipnek nem kell lefednie a teljes video sort, hanem annak csak egy részét, ami azt eredményezi, hogy egy-egy celluláris csip kisebb szilícium felületen megépíthető, ami robusztusabb gyártási technológiához illetve jobb kihozatalhoz vezet.

A 2. ábra egy találmány szerinti szimmetrikus határfeltétellel (SZH) rendelkező 20 sáv kialakítását mutatja, amely tartalmaz 21 hasznos területet, valamint a 21 hasznos terület fölött elrendezett felső 22 átfedő területet és a 21 hasznos terület alatt elrendezett alsó 23 átfedő területet. A 21 hasznos terület h db. video sort tartalmaz, a 22 és 23 átfedő területek pedig o - o db. video sort tartalmaznak. A video képkockák sávonkénti feldolgozása során a bejövő

videojeleknek a 21 hasznos területen lévő képpontokhoz tartozó mintavételezett analóg értékein kívül mindig feldolgozzuk a felső 22 átfedő területen és az alsó 23 átfedő területen lévő analóg értékeket is, így megfelelő átfedés alkalmazása esetén a határfelületek okozta probléma kiküszöbölhető. A 21 hasznos területen lévő h db. sorban keletkezik csak értékes kimeneti információ, míg a felső és alsó 22, 23 átfedő területeken lévő o - o db. sorokat csak a szélhatások elkerülése végett dolgozzuk fel. Ezért az ezen sorokban keletkezett eredményt ki sem olvassuk a celluláris csipből. Az ábrán látható 20 sáv L_s hosszúsága megfelel a video képkocka szélességének, a 20 sáv W_s szélessége pedig a 20 sávban lévő sorok számának összege, azaz jelen esetben $o+h+o$.

A 3. ábrán látható 20 sáv aszimmetrikus határfeltétellel (AH) rendelkezik. Itt a 21 hasznos területen túl mindig csak az alsó 23 átfedő területen lévő o db. sort dolgozzuk fel, hiszen a felső átfedő területet az előző lépésben már feldolgoztuk. Ilyen kialakításnál azonban szükséges lehet, hogy eltároljuk az előzőleg feldolgozott 20 sáv 21 hasznos területén lévő legalsó sor rész-, illetve végeredményeit. Ezek a tárolt sorok lesznek ugyanis a következő 20 sáv 21 hasznos területének a felső határsorai a következő sáv feldolgozása során a megfelelő műveletek végzésekor. Ilyen kialakítással a határterületek okozta képfeldolgozási problémák elkerülhetők. Az AH esetben csak a 21 hasznos területen lévő soroknak megfelelő programozható cellasorokat és az alsó 23 átfedő területen lévő soroknak megfelelő programozható cellasorokat kell megépíteni, azaz a 20 sáv kialakítását, és ezzel a sáv kialakítású celluláris csipet még keskenyebbé tettük, amivel jelentős szilícium felületet spórolhatunk meg. A felső határsorhoz természetesen ki kell építeni memóriasorokat tartalmazó 24 tárolóterületet, ami a szilíciumlapkán a gyakorlatban megközelítőleg akkora területet foglal el, mint egyetlen programozható cellasor.

A 4. ábrán látható 20 sáv előreszámolt aszimmetrikus határfeltétellel (EAH) rendelkezik. Ez olyan algoritmusoknál alkalmazható hatékonyan, ahol a végeredményre csak a nagy szomszédságú diffúziókon keresztül hatnak a távoli képpontok értékei, és a többi képfeldolgozási lépésben elegendő csak a közvetlen közeli néhány sort figyelembe venni. Ez gyakori algoritmus típus élő video képek javításánál, illetve fúziójánál. Mivel a diffúzióban a távoli szomszédok átlagát is elég szerepeltetni, ezért ebben az esetben az alsó 23 átfedő terület o_1 db. sora alatti 26 határolóterületen lévő o_2 db. sort

távolságuktól függően súlyozottan összeadjuk, és a diffúzió számításakor az így kapott sort használjuk fel az alsó 23 átfedő terület alsó határoló soraként. Ebben az esetben a 21 hasznos területen lévő sorokon túl szintén csak az alsó 23 átfedő terület o_1 sorát kell szilíciumon megépíteni, de itt a 23 átfedő területen lévő sorok száma akár fele is lehet az AH esethez képest. Az alsó 23 átfedő terület alsó határoló sora bejövő videojelenként egyetlen 25 akkumulátor sort jelent. A 25 akkumulátor sorokban lévő akkumulátorokba a 26 határolóterületen lévő első sort mintavételezzük, majd a 26 határolóterületen lévő következő sorokat az elsőhöz súlyozottan hozzáadjuk. Az EAH rendszerben tehát $o_1 + o_2$ db. sort vonunk be a határfeltétel számításába.

A következőkben áttekintjük az előzőekben ismertett sáv-kialakításokhoz tartozó celluláris csipek időzítéseit. Az időzítési megfontolások mindig abból indulnak ki, hogy a videojel feldolgozó számítógép képes legyen a video képkockák minden egyes video sorát fogadni, feldolgozni, majd kiadni.

Amint azt látni fogjuk, a sáv-kialakítások tervezésénél több szabad paraméter is van, amelyeket a célzott alkalmazás speciális igényei szerint kell megválasztani. Ezek a szabad paraméterek (továbbiakban elsődleges paraméterek) a következők:

- t_p feldolgozási idő,
- összes átfedés,
- bejövő videojelek N száma,
- kimenő videojelek M száma.

Itt a t_p feldolgozási idő az az időmennyiség, amelyet a videojel feldolgozó számítógép egy video képkocka egyes sávjainak feldolgozására maximálisan fordíthat.

Ezeket a paramétereket az adott feladatból származtatni lehet, ám ezek ismeretében még nem egyértelmű a megoldás. A későbbiekben ismertettek szerint a hasznos területen lévő programozható cellasorok számának növelésével csökkenthető az egy programozható cellára jutó lokális analóg memóriaelemek száma, és viszont. Az azonos funkcionalitású megoldások közül nagy sorozat esetén természetesen az a célszerűbb, amelyiknek kisebb a szilícium felület igénye. Ennek eldöntéséhez még a következő, az adott szilícium technológiából származtatható másodlagos paraméterek szükségesek:

- egy programozható cella teljes szilícium felület igénye a lokális analóg memóriaelemeken kívül;
- egy lokális analóg memóriaelem szilícium felület igénye.

Ha az összes paraméter ismert, akkor már egyértelműen eldönthető, hogy melyik az optimális sáv-kialakítás. Kisebb sorozat esetén azonban nagyobb súllyal esnek latba az állandó költségek, például a ráfordított tervezési munka költségei. Így szempont lehet az is, hogy egyféle típusú programozható cellából álljon a videojel feldolgozó számítógépben lévő celluláris csip, azaz a nagyobb programozható cella számú struktúra lehet az optimális.

A különböző sáv-kialakítások, és az ennek megfelelő celluláris csip kialakítások időzítéseinek vizsgálatakor mindig a video képkockákat alkotó video sorok folyamatos érkezését, illetve távozást kell nyomon kísérni. A probléma külön-külön is kezelhető, ezért először az érkezési oldalról vizsgáljuk meg a folyamatot. Az 5. ábra egy olyan előnyös kiviteli alak időzítéseit mutatja, amelynél szimmetrikus határfeltételű sáv-kialakítás mellett a videojel feldolgozó számítógépben lévő celluláris csip programozható cellái sávonként felváltva két input MB_A és MB_B memóriabankban fogadják, illetve gyűjtik össze a bejövő egy vagy több videojel képpontokhoz tartozó analóg értékeit, és a képfeldolgozási művelet eredményeként előálló analóg értékeket két MB_α és MB_β output memóriabankba töltik, melyekből sávonként felváltva ütemezett kiolvasással az egy vagy több kimenő videojel előállítható. Ezekben a későbbiekben részletesebben is ismertetett memóriabankokban lokális analóg memóriaelemek vannak.

Az 5. ábra a videorendszerek jellegzetes képfrissítési módját követve egy olyan idődiagram, amelyben a megszokottól eltérően az idő fentről lefelé halad, és az idő múlását a bejövő egy vagy több videojelből álló, vízszintes szaggatott vonalakkal jelölt egymás után érkező video sorok, illetve a kimenő egy vagy több videojelből álló, vízszintes szaggatott vonalakkal jelölt egymás után kimenő video sorok mutatják. Két video sor közötti időbeli eltérés, vagyis a t_i sor futási idő PAL rendszer esetén $64 \mu s$, míg NTSC rendszer esetén $63,55 \mu s$.

Az 5. ábrán természetesen nem tüntettük fel egy video képkocka összes video sorát, az csak az elvi működés időzítéseit mutatja. Az ábrán lévő

oszlopok a programozható cellákban lévő egyes memóriabankok I/O műveleteit mutatják. Az input memóriabankok oszlopaiban feltüntetett sáv ábrázolások jelzik, hogy az adott sávhoz az oszlop input memóriabankja van rendelve, az output memóriabankok oszlopaiban feltüntetett hasznos terület ábrázolások pedig jelzik, hogy az adott sáv feldolgozásának eredményét a sáv hasznos területén lévő programozható celláknak az oszlop szerinti output memóriabankjából olvassuk ki. Amikor tehát egy input memóriabankhoz tartozó oszlopban a feltüntetett sáv-kialakítás ráesik egy bejövő video sorra, az azt jelenti, hogy azt a bizonyos video sort a video sornak a sávon belüli helyzetéhez tartozó programozható cellákban az a bizonyos input memóriabank mintavételezi, illetve amikor egy output memóriabankhoz tartozó oszlopban a hasznos területet rárajzoljuk egy kimenő video sorra az azt jelenti, hogy azt a bizonyos video sort a kimenő video sornak a sávon belüli helyzetéhez tartozó programozható cellákban abból a bizonyos output memóriabankból olvassuk ki. Ezen belül szemléletesen követni lehet azt is, hogy horizontálisan a sáv melyik programozható cellájának input memóriabankjába érkeznek az egyes bejövő analóg értékek, illetve a sáv melyik programozható cellájának output memóriabankjából kerülnek kiolvasásra a kimenő analóg értékek. Amikor két input memóriabank is rá van rajzolva ugyanarra a bejövő video sorra, az azt jelenti, hogy a video sornak az adott sávon belüli helyzeteihez tartozó programozható cellákban az egyik, illetve a másik input memóriabank mintavételezi a video sort, azaz ezek a video sorok a celluláris csipen belül többször is tárolásra kerülnek.

Az 5. ábrán megszámlálható, hogy a sáv-kialakítás 21 hasznos területe, illetve felső és alsó 22 és 23 átfedő területe hány sorból áll. Ennek ellenére az ábra általánosan paraméterezett ábraként kezelendő, ahol a 21 hasznos terület mindig h db., míg a 22 és 23 átfedő területek mindig o - o db. sorból állnak.

Az ábrán a vékony t_i , t_i^* és t_o nyilak azokat az időtartományokat jelölik, amikor a memóriabankok külső I/O funkciót töltenek be, míg a vastag t_p nyilak azokat az időtartományokat mutatják, amikor a memóriabankok a képfeldolgozási művelet keretében a cellákban lévő lokális processzorokkal kommunikálnak.

A programozható cellákban lévő, az adott sávhoz tartozó input memóriabankok feltöltését mindig a feldolgozás követi, amelynek időtartamát a

vastag t_p nyíl mutatja. A feldolgozás alatt az adott input memóriabankok a lokális processzorokkal vannak összekötve. Ez alatt az idő alatt az input memóriabankokban tárolt információ kiolvasásra és feldolgozásra kerül. Ezek után az input memóriabankok ismét visszakerülnek adatgyűjtő állapotba, és azokat a sáv elejétől a végéig megint feltöltjük video sorokkal. A sávnak az egy oszlopon belüli egymás utáni megjelenése tehát ugyanazoknak az input memóriabankoknak az újra és újra történő feltöltését jelenti.

Az 5. ábrán ábrázolt példaképpen kialakítás időbeli működése a következő. Az első bejövő video sort az első sáv 21 hasznos területének első sorához tartozó programozható cellák MB_A input memóriabankjaiba töltjük azért, hogy az annak feldolgozásával kapott kimenő video sor a kimenő képen megjelenjen. Amint azt ugyanis a fentiekben elmondtuk, mindig csak a 21 hasznos területen képződött eredményt olvassuk ki. Ha egy video sor nem kerül a 21 hasznos területre, akkor az a sor nem jelenik meg a kimeneten. Az első sávban az első video sor fölött lévő felső 22 átfedő területet konstans értékkel, vagy esetleg az első video sor megismétlésével tölthetjük fel. Ugyanezt tehetjük a képkocka aljának feldolgozásakor a sávban az utolsó video sor alatti területen is.

A bejövő egy vagy több videojel által reprezentált video sorokat a programozható cellákban egyszerre vagy mind a kettő, vagy csak az egyik féle MB_A , MB_B input memóriabankok mintavételezik. Az alatt az idő alatt, amíg csak az egyik féle input memóriabankok mintavételeznek, a másik féle input memóriabankokban eltárolt video sorokat a videojel feldolgozó számítógép feldolgozza. Az alsó és felső széleken keletkező hibák miatt a teljes feldolgozott képnek csak a középső h db. sora, vagyis a 21 hasznos területen lévő képpontoknak megfelelő sorok használhatók fel kimenetként, mert ezeket a belső képpontokat nem terheli hiba. Emiatt amikor a hasznos területen lévő programozható cellákban az első sáv hasznos területéhez tartozó ~~az~~ MB_A input memóriabankok megtelnek, azonnal el kell kezdeni tölteni a következő sáv hasznos területéhez tartozó MB_B input memóriabankokat. Persze ezzel egy időben az első sáv alsó 23 átfedő területét is tölteni kell az átfedő területen lévő programozható cellák MB_A input memóriabankjaiba, azaz egy ideig mindkét féle input memóriabankok mintavételeznek. Amikor az első sávhoz tartozó MB_A input memóriabankok megtelnek, az MB_A input memóriabankok a későbbiekben

ismertetésre kerülő módon leválnak a bejövő videojeleket hordozó vezetékekről, és rákapcsolódnak a celluláris csipben lévő belső buszra, amikor is megkezdődhet a feldolgozás.

A 21 hasznos területen h db. sort és a 22 és 23 átfedő területeken o - o db. sort feltételezve adódik, hogy az egyféle típusú input memóriabankok adatgyűjtési ideje $t_i = (h+2o) \cdot t_l$. Egy képkocka első és utolsó sávjának feldolgozásakor $t_i^* < t_i$ ideig gyűjtünk csak adatot, mivel ekkor nem teljes sávot olvasunk be. Az egyféle input memóriabankokban eltárolt értékeken végzett képfeldolgozási műveletre rendelkezésre áll az az idő, amíg azok az adott input memóriabankok nem gyűjtenek adatot. Mivel egy video sor mindig egy és csak egy hasznos területre jut, ezért egy hasznos terület betelése után a másik féle input memóriabankok fogadják a következő h db. sort. Egy sáv hasznos területének feltöltési ideje tehát $h \cdot t_l$. Mégsem lehet ezt a teljes $h \cdot t_l$ időt (amíg a másik memóriabank hasznos területére gyűjtjük az adatot) feldolgozásra fordítani, mert a feldolgozás csak akkor kezdődhet meg, amikor a sáv alsó átfedő területe is beolvasásra került, valamint a feldolgozást le kell állítani, amikor az input memóriabankokhoz tartozó következő sáv felső átfedő területét elkezdjük mintavételezni. Így a feldolgozásra fordítható idő:

$$t_p = (h-2o)t_l \quad (1)$$

A lokális processzorok egyszerre mindig csak az egyik féle input memóriabankokban lévő adatokat tudják feldolgozni. Ez azt jelenti, hogy egy sáv adatainak feldolgozására nem juthat több idő, mint a teljes ciklusidő osztva a memóriabankok számával. Ha a programozható cellákban k db. input memóriabankot feltételezünk, akkor a teljes ciklusidő $k \cdot h \cdot t_l$, ugyanis ennyi időnként kerül a rendszer ugyanabba a fázisba egy képkockán belül, ezért a feldolgozásra fordítható idő nem haladhatja meg a $k \cdot h \cdot t_l / k = h \cdot t_l$ kifejezést.

$$t_p \leq h \cdot t_l \Rightarrow h-2o \leq h \Rightarrow o \geq 0 \quad (2)$$

Látható, hogy ez a feltétel ebben az esetben mindig teljesül. A lokális processzorok kihasználtságát úgy tudjuk kiszámolni, hogy a feldolgozási időt elosztjuk a hasznos területen lévő sorok számával:

$$e = \frac{t_p}{h \cdot t_l} = \frac{h - 2o}{h} \quad (3)$$

Látható, hogy 100 %-os lokális processzor kihasználtságot nem lehet ilyen kialakításnál elérni, kivéve azt az esetet, amikor átfedés nélküli rendszert készítünk, ahol $o = 0$. Ezek után vizsgáljuk meg, hogy egy tipikus esetben hány programozható cella szélességű lesz az elrendezés. Legyen a szükséges átfedés 8, és a minimálisan szükséges feldolgozási idő $480 \mu s$. Ekkor $o = 8$, $t_p = 8t_l$. Ha behelyettesítünk (1)-be, akkor megkapjuk, hogy a hasznos sorok száma $h = 24$, és a celluláris csip szélessége $h + 2o = 40$. Ez viszonylag nagy szám, mivel ha egyetlen csipen szeretnénk megépíteni ezt az eszközt, akkor annak $768 \cdot 40 = 30720$ db. elemi programozható cellát kellene tartalmaznia, ami az implementálhatóság határán van. Ugyanakkor látható, hogy a lokális processzorok kihasználtsága alacsony, mindössze $1/3$.

Az output memóriabankokból a kimenő video sorokat

$$t_d = (h+o) \cdot t_l + t_p \Rightarrow t_d = (2h-o) \cdot t_l \quad (4)$$

késleltetéssel lehet kiolvasni. Ezt a t_d késleltetést az ábrán szaggatott vonalú nyíllal jelöltük. A 21 hasznos területen lévő programozható cellák output memóriabankjaiból egy sáv video sorainak kiolvasási ideje

$$t_o = h \cdot t_l. \quad (5)$$

A bejövő videojeleket fogadó input memóriabankok programozható cellánkénti számának növelésével javítani lehet a lokális processzorok kihasználtságát, azaz kevesebb lokális processzor is el tudja végezni ugyanazt a feladatot. A 6. ábra egy olyan elrendezést mutat be, ahol a programozható cellákban három MB_A , MB_B , MB_C input memóriabank fogadja a bejövő

videojelet. Az elrendezés működése nagyon hasonlít az előzőekben tárgyaltéhoz. Itt is minden video sort valamelyik sáv 21 hasznos területéhez tartozó programozható cellák input memóriabankjaiba kell mintavételezni.

A 6. ábrán lévő „x” jelek egy adott időpillanatban mutatják azon programozható cella pozíciókat, amelyekben az input/output memóriabankok éppen aktívak a bejövő videojelek mintavételezésében, illetve a kimenő videojelek generálásában. Ebben az időpillanatban az MB_A input memóriabankok és az MB_B output memóriabankok csatlakoznak a feldolgozási művelet keretében a lokális processzorokhoz.

Mivel itt programozható cellánként három MB_A , MB_B , MB_C input memóriabank van, így egy adott sáv 21 hasznos területéről $h \cdot t_i$ ideig gyűjtünk adatot, majd ^{2o} sávhoz tartozó input memóriabankok $2h \cdot t_i$ ideig szabadok. Ha ebből a $2h \cdot t_i$ időből levonjuk az átfedő területek sorainak feltöltésére szánt időt, akkor megkapjuk a feldolgozási időt:

$$t_p = (2h - 2o) t_i \quad (6)$$

A lokális processzorokkal kapcsolatos megkötés ebben az esetben a következő:

$$t_p \leq h \cdot t_i \Rightarrow 2h - 2o \leq h \Rightarrow h \leq 2o \quad (7)$$

Ugyanez tükröződik vissza a lokális processzorok kihasználtságából is:

$$e = \frac{t_p}{h \cdot t_i} = \frac{2h - 2o}{h} \quad (8)$$

Az output memóriabankokból a kimenő video sorokat

$$t_d = (h + o) \cdot t_i + t_p \Rightarrow t_d = (3h - o) \cdot t_i \quad (9)$$

késleltetéssel lehet kiolvasni.

Ha a (7) nem teljesül, akkor a kihasználtság nagyobb lenne 1-nél, ami nyilvánvalóan értelmetlen. Látható, hogy $h = 2o$ esetén a lokális processzorok kihasználtsága 100 %-os.

Behelyettesítve az előző paramétereket ($o = 8$, $t_p = 8t_i$) itt a hasznos sorok száma felére, $h = 12$ esik vissza, míg a celluláris csip szélessége $h+2o = 28$ lesz, azaz jelentősen lecsökken a lokális processzorok száma. A processzorok kihasználtsága $t_p/(h \cdot t_i) = 2/3$.

A programozható cellánkénti input memóriabankok számát tovább lehet növelni. Tegyük fel, hogy programozható cellánként k db. input memóriabankot használunk, akkor a feldolgozási időt az alábbi képlettel számíthatjuk

$$t_p = ((k-1)h-2o)t_i \quad (10)$$

Ilyen esetben a kimeneti feltétel:

$$t_p \leq h \cdot t_i \Rightarrow (k-1)h-2o \leq h \Rightarrow (k-2)h \leq 2o \quad (11)$$

A processzorok kihasználtsága:

$$e = \frac{t_p}{h \cdot t_i} = \frac{(k-1)h-2o}{h} \quad (12)$$

Az aszimmetrikus és az előreszámolt aszimmetrikus határfeltételű elrendezések időzítése lényegében egymással megegyezik. A képfeldolgozási művelet mindkét esetben megkezdhető azután, hogy az alsó 23 átfedő területen lévő o , illetve o_1 db. sort feltöltöttük. EAH esetben arra kell még figyelni, hogy az o_1 db. sor feltöltése után még o_2 sornyi időt kell várni, amíg az előreszámolt határfeltétel rendelkezésre áll. Ez azt jelenti, hogy azokat a számításokat, amelyeknek bemenete ez a határfeltétel, csak $o_2 \cdot t_i$ idővel a képfeldolgozás megkezdése után lehet elkezdni. Mindez természetesen azt is indikálja, hogy ezeknek a számításoknak bele kell férni a $t_p - o_2 \cdot t_i$ időbe, amely időnek mindenképpen pozitívnak kell lennie. Ilyen esetekben tehát a következő feltételnek kell teljesülnie.

$$t_p > o_2 \cdot t_i \quad (13)$$

Vizsgáljuk meg először a 7. ábrán látható két input memóriabankos esetet. Az előzőekben tárgyalt esetekhez képest a különbség csak annyi, hogy csak alul van 23 átfedő terület, azaz az átfedő sorok száma feleannyi. Egy sávhoz tartozó adatgyűjtési idő $t_i = (h+o) \cdot t_i$.

Egy sáv hasznos területén lévő programozható celláknak a sávhoz tartozó input memóriabankjai $h \cdot t_i$ ideig telnek fel adattal, majd $h \cdot t_i$ ideig szabadok. Ha ebből a $h \cdot t_i$ időből levonjuk az átfedő sorok beolvasására szánt időt, akkor megkapjuk a feldolgozási időt:

$$t_p = (h-o) \cdot t_i \quad (14)$$

A lokális processzorokkal kapcsolatos megkötés ebben az esetben:

$$t_p \leq h \cdot t_i \Rightarrow h-o \leq h \Rightarrow o \geq 0 \quad (15)$$

A lokális processzorok kihasználtsága a következő:

$$e = \frac{t_p}{h \cdot t_i} = \frac{h-o}{h} \quad (16)$$

Hasonlóan a két input memóriabankos szimmetrikus határfeltételű esethez, itt is csak úgy lehet elérni a 100 %-os kihasználtságot, ha nem alkalmazunk átfedést. Behelyettesítve az előző paramétereket AH esetre ($o = 8$, $t_p = 8t_i$) itt a hasznos sorok száma $h = 16$, míg a celluláris csip teljes szélessége $h+o = 24$ lesz. Ezáltal tovább csökken a lokális processzorok száma. A lokális processzorok kihasználtsága 50 %.

EAH esetben (13) megkötését szem előtt tartva (14)-ben, (15)-ben, illetve (16)-ban az o_1 veszi át az o szerepét. A példa szerint $o_1 = 4$ és $o_2 = 4$ paramétereknél a hasznos terület szélessége $h = 12$ -re lecsökken, és a

celluláris csip teljes szélessége mindössze $h+o = 16$ lesz, a lokális processzorok kihasználtsága pedig $2/3$ -ra nő.

A sávhoz tartozó programozható cellák output memóriabankjaiból a kimenő video sorokat

$$t_d = (h+o) \cdot t_i + t_p \Rightarrow t_d = 2h \cdot t_i \quad (17)$$

késleltetéssel lehet kiolvasni.

Cellánként három input memóriabankot alkalmazva az aszimmetrikus esetben is csökkenteni lehet a lokális processzorok számát, amint azt az alábbiakban a 8. ábra kapcsán kifejtjük. Az előző megfontolásokhoz hasonlóan itt a feldolgozási időt a következő képlettel számíthatjuk:

$$t_p = (2h-o)t_i \quad (18)$$

A lokális processzorokkal kapcsolatos megkötés ebben az esetben:

$$t_p \leq h \cdot t_i \Rightarrow 2h-o \leq h \Rightarrow h \leq o \quad (19)$$

A processzorok kihasználtsága a következő:

$$e = \frac{t_p}{h \cdot t_i} = \frac{2h-o}{h} \quad (20)$$

A programozható cellákban lévő egyféle, az adott sávhoz rendelt input memóriabankok feltöltési ideje $t_i = (h+o) \cdot t_i$. A kimenő kép késleltetése $t_d = (h+o) \cdot t_i + t_p$, vagyis $t_d = 3h \cdot t_i$.

Látható, hogy ha (19) nem teljesül, akkor a kihasználtság nagyobb lenne, mint 100 %. Behelyettesítve az előző paramétereket ($o = 8$, $t_p = 8t_i$) AH esetben a hasznos sorok száma $h = 8$ kétharmadára esik vissza, míg a celluláris csip szélessége $h+o = 16$ lesz aszimmetrikus esetben, és az előreszámolt aszimmetrikus esetben pedig még o_2 -vel kevesebb. A processzorok kihasználtsága ebben az esetben 100 %.

Mivel már az AH eset is 100 %-ban kihasználja a processzorokat, ezért a (19) képlet EAH esetben sem engedi meg, hogy a hasznos sorok száma 8 alá eshessen. Így itt csak az átfedő sorok számának csökkenésével nyerhetünk szilícium felületet. A $o_2 = 4$ esetén a celluláris csip teljes szélessége 12 lesz.

A programozható cellánkénti memóriabankok számát tovább lehet növelni. Tegyük fel, hogy programozható cellánként k db. memóriabankot alkalmazunk, akkor a feldolgozási időt az alábbi képlettel számíthatjuk:

$$t_p = ((k-1)h-o)t_i \quad (21)$$

Ilyen esetben a kimeneti feltétel:

$$t_p \leq h \cdot t_i \Rightarrow (k-1)h-o \leq h \Rightarrow (k-2)h \leq o \quad (22)$$

A processzorok kihasználtsága az általános esetben:

$$e = \frac{t_p}{h \cdot t_i} = \frac{(k-1)h-o}{h} \quad (23)$$

A 9. ábrán egy találmány szerinti példaképpen celluláris csipben lévő egyik 30 programozható cella egy előnyös kiviteli alakjának belső felépítése látható. Amint azt a bevezetőben említettük, a találmány szerinti celluláris csipet bármilyen alkalmas celluláris hálózattal megvalósíthatjuk. A következőkben a 9. és 10. ábrák kapcsán példaképpen jelleggel egy a CNN-UM szerinti celluláris hálózatra épülő kiviteli alakot ismertetünk. Ebben a celluláris hálózatban a programozható cellák szabályos négyszögrácson helyezkednek el, és egymással lokálisan össze vannak kötve. A találmány szerinti celluláris csip sáv szerkezetűen van kialakítva, ahol a celluláris csipen megvalósított 30 programozható cellák a 20 sáv egy-egy képpontjához vannak rendelve.

A 30 programozható cella tartalmaz 31 lokális processzort. A 31 lokális processzor a CNN-UM technológiából ismert módon tartalmaz programozható analóg előrecsatolt konvolúciós 32 lokális processzor magot. A 32 lokális processzor mag adott esetben az alkalmazástól függően lehet például

visszacsatolt konvolúciós mag is. A 32 lokális processzor mag 33 nyilakkal jelzett módon kapcsolatban áll a celluláris csipben lévő más 32 lokális processzor magokkal és azokkal együtt pl. konvolúciós műveleteket képes végrehajtani. A 31 lokális processzor az ábrán látható példaképpen kiviteli alakban az alkalmazás igényeinek megfelelően tartalmazhat továbbá a CNN-UM technológiából ismert 34 lokális analóg output egységet (LAOU), amely egy analóg aritmetikai egység, és amellyel a képfeldolgozási műveletek során például a 30 programozható cellában lévő a db. 36 lokális analóg memóriaelemen (LAM) eltárolt analóg értékekkel lehet különböző műveleteket végezni. A 31 lokális processzor az alkalmazás igényei szerint tartalmazhat még szintén a CNN-UM technológiából ismert 35 lokális logikai egységet (LLU), amely a 30 programozható cellában lévő b db. 37 lokális logikai memóriában (LLM) lévő logikai értékekkel való logikai műveletek elvégzésére van kialakítva. A 34 LAOU alkalmazása "grayscale", tehát szürke árnyalatú fekete-fehér képek feldolgozásakor lehet szükséges, a 35 LLU alkalmazása pedig fekete-fehér képek feldolgozásakor lehet előnyös. A kívánt képfeldolgozási műveletektől függően a 34 LAOU és/vagy a 35 LLU, illetve a 36 LAM-ok és/vagy a 37 LLM-ek elhagyhatók, vagyis ezen elemek nem szükségképpen részei az önmagában ismert 31 lokális processzornak. A 31 lokális processzor elemei 40 belső buszon keresztül vannak egymással összekötve, amely buszon a fentiek szerint analóg, illetve logikai értékek továbbíthatnak. Az elemek a 40 belső buszra vezérelhető 41 belső kapcsolókon keresztül vannak csatlakoztatva, amely 41 belső kapcsolók célszerűen globálisan, vagyis a celluláris csip minden 30 programozható cellájában azonos módon vannak vezérelve. A 40 belső buszra ismert módon vezérelhető 56 cella kapcsoló segítségével globális 55 vezetékekkel lehet rácsatlakozni, ami a 30 programozható cellák kezdeti értékkel való feltöltését teszi lehetővé.

A találmány szerint a 31 programozható cellákban van továbbá lokális analóg memóriaelemeket tartalmazó 50 I/O modul. Az 50 I/O modulban lévő lokális analóg memóriaelemek memóriabankokba vannak rendezve, és ezek a memóriabankok különböző időpontokban különböző feladatokat látnak el, ahogyan azt a korábbiakban ismertettük. A memóriabankokban lévő lokális analóg memóriaelemek külső és belső hozzáférhetősége, ütemezése úgy van kialakítva, hogy azok az egy vagy több $Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$ bejövő videojel folyamatos

fogadását, illetve az egy vagy több $Y_{out,1} \dots Y_{out,M}$ kimenő videojel folyamatos kibocsátását lehetővé teszik.

A képfeldolgozási művelet alatt a programozható cellákban mindig pontosan egy és ugyanaz az input és output memóriabank összes LAM-ja kapcsolódik a 40 belső buszhoz. Ezek a LAM-ok célszerűen memóriába ágyazva (memory mapped) látszanak. Ily módon memóriabank váltáskor a beágyazott LAM-ok címe nem változik, ami leegyszerűsíti a celluláris csip programozását.

A celluláris csipben lévő 50 I/O modulok egymással szinkron módon működnek, azaz egy adott időpillanatban minden 30 programozható cellában ugyanazok a memóriabankok vannak kijelölve pl. feldolgozásra vagy mintavételezésre. Az 50 I/O modulban a fentiekben elmondottak szerint kétféle memóriabank van. A 10. ábrán látható példaképpen kiviteli alak három MB_A , MB_B és MB_C input memóriabankot és kettő MB_α , MB_β output memóriabankot tartalmaz. Az MB_A , MB_B és MB_C input memóriabankokban található lokális analóg memóriaelemek, vagyis az input memóriaelemek száma megegyezik a bejövő videojelek számával. Az egymást átfedő sávonként való képfeldolgozás miatt input memóriabankból minimum kettőre van szükség, de alkalmazhatunk három vagy több input memóriabankot is. Input memóriabankból a celluláris csip minden 30 programozható cellájában ugyanannyi darab található. Az output memóriabankokban található lokális analóg memóriaelemek, vagyis az output memóriaelemek száma megegyezik a kimenő videojelek számával. Az output memóriabankokból a sáv 21 hasznos területén lévő képpontoknak megfelelő 30 programozható cellákban legalább és előnyösen kettő, a 22 és 23 átfedő területeken pedig célszerűen és legalább egy található. Ennek az az oka, hogy az output memóriabankokban lévő LAM-okat átmeneti tárolásra használjuk a számítás során, majd a számítás elvégzése után ide kerülnek a végeredmények. Ezek a végeredmények azonban csak a 21 hasznos területen érdekesek, a 22 és 23 átfedő területeken nem. A 21 hasznos területen a számítás befejeztével az output memóriabankokból elkezdődik a kimenő videojelek kiolvasása, miközben a másik output memóriabankok kapcsolódnak a 31 lokális processzorokra. Ugyanakkor a 22, 23 átfedő területeken képződött végeredmény eldobható, így az ezen területek output memóriabankjaiban

található LAM-ok azonnal részt vehetnek a következő képkocka sáv feldolgozásában. Output memóriabankból természetesen lehet a programozható cella minden 30 programozható cellájában ugyanannyi, célszerűen kettő. Ez rugalmasabb celluláris csip-kialakítást tesz lehetővé, mert a celluláris csip felprogramozásakor a 21 hasznos terület és a 22, 23 átfedő területek mérete egyszerűen változtatható.

A leírásban és az igénypontokban a celluláris csipben lévő input memóriabankok összességét első memóriaeszköznek, a celluláris csipben lévő output memóriabankok összességét pedig második memóriaeszköznek is nevezzük.

Amint azt a fentiekben kifejtettük, képfeldolgozás alatt minden 30 programozható cellában ugyanaz az az input memóriabank és output memóriabank, a 10. ábrán például az MB_A input memóriabank és MB_B output memóriabank kapcsolódik rá a 31 lokális processzor 40 belső buszára. A 40 belső buszra kapcsolódó input memóriabank N db. olyan írható-olvasható LAM megjelenését jelenti a 40 belső buszon, amelyekben a képfeldolgozás kezdetekor ott van a legutóbb beolvasott sáv. Az input memóriabankokban lévő lokális analóg memóriaelemeket átmeneti tároknak is lehet használni azután, hogy a képkocka sávjára annak eredeti formájában az algoritmusnak már nincsen szüksége. A feldolgozáskor az adott output memóriabank a maga M db. LAM-jával láthatóvá válik a 40 belső buszon. Ezekben a LAM-okban a számítás megkezdésekor nincsen hasznos adat. A számítás végeztével ide kell tenni a kiszámított végeredményt. A végeredmény kiszámításához természetesen ezeket a LAM-okat is lehet átmeneti tárolóként használni. Az ábrázolt kiviteli alakban tehát a 36 LAM-okat is beleszámítva minden 31 lokális processzornak összesen $a+N+M$ db. LAM áll rendelkezésére a számítások elvégzéséhez.

A 31 lokális processzorokhoz éppen nem kapcsolódó input, illetve output memóriabankok az $Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$ bejövő videojelek mintavételezését, illetve az $Y_{out,1} \dots Y_{out,N}$ kimenő videojelek generálását végzik. Egy beolvasandó képkocka sáv egy adott képpontjához rendelt 30 programozható cellában lévő, a sávhoz rendelt input memóriabank csak a mintavételezés pillanatában kapcsolódik rá vezérelhető 53 input kapcsolókon keresztül az $Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$ bejövő videojeleket

hordozó 51 vezetékekre. Ekkor a sor és képszinkronban lévő $Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$ bejövő videojeleknek a képponthoz tartozó analóg értékei azonos időpillanatban mintavételezésre kerülnek az adott input memóriabank LAM-jaiba. A képfeldolgozási művelet által előállt eredményt a 21 hasznos területen lévő képpontoknak megfelelő 30 programozható celláknak a sávhoz tartozó output memóriabankjaiból képpontonként ütemezetten egymás után úgy olvassuk ki, hogy az adott output memóriabank M db. LAM-ját a kiolvasási időpillanatban az $Y_{out,1} \dots Y_{out,N}$ kimenő videojeleket hordozó 52 vezetékekre kapcsoljuk vezérelhető 54 output kapcsolók segítségével.

A kimenő videojelek a bemenő videojeleket $t_d = (h+o)t_i + t_p$ idővel követik. Ez az idő azért mindig ennyi, mert ennyi időbe telik, amíg az első sávot a videojel feldolgozó számítógép feldolgozza, és kezdheti kiadni. Mivel ez az idő egész számú többszöröse a sor futási időnek, ezért a bemenő és a kimenő videojelek mindig sor szinkronban vannak egymással. Ez azt eredményezi, hogy a mintavételezés, valamint a képfeldolgozási művelet által előállt eredmény kiolvasása egy időpillanatban a sávban mindig ugyanabban az oszlopban történik. A 11. ábra a mintavételezési, illetve az eredmény kiolvasási pontok elhelyezkedésére mutat példát egy időpillanatban egy sávon belül. Az ábra visszautal a 6. ábrán látható szimmetrikus határfeltételű elrendezésre, és az x-el megjelölt horizontális pozíciókban mutatja a mintavételezés/kiolvasás szempontjából aktív 30 programozható cellákat. A 60 pozícióban lévő 30 programozható cella MB_C input memóriabankja a felső 22 átfedő területet mintavételezi, a 61 pozícióban lévő 30 programozható cella MB_α output memóriabankjából az ott lévő eredmény kiolvasásra kerül, a 62 pozícióban lévő programozható cella MB_B input memóriabankja pedig a 21 hasznos területet mintavételezi. Ebben az időpontban az MB_A input memóriabankok és az MB_β output memóriabankok csatlakoznak a 31 lokális processzorokra.

Látható, hogy a találmány szerinti celluláris csip vezérlésénél minden mintavételi időpillanatban meg kell adni, hogy mely programozható cellák vannak I/O műveletre kijelölve, ami a sávban egyetlen oszlop és több sor megadását jelenti, továbbá hogy a kijelölt programozható cellákban mely input memóriabankokba kell tölteni a mintavételi értékeket, illetve mely output memóriabankokból kell kiolvasni a képfeldolgozási művelet eredményét.

Az SZH, AH és EAH sáv-kialakítások összehasonlításához kikötjük, hogy az elrendezésekben az egy sorban levő cellák száma megegyezik a bejövő videojelek vízszintes felbontásával. A különböző architektúrákban tehát az oszlopok száma nem különbözik, hanem csak a sorok száma, illetve az egyes 30 programozható cellák 50 I/O moduljaiban lévő LAM-ok száma változik. Ezért jó összehasonlítást jelent, ha az elrendezések oszlopainak komplexitását hasonlítjuk össze. Természetesen nem szabad figyelmen kívül hagyni a különleges elemeket sem, mint például az AH járulékos áramköreit és memória sorait, illetve az EAH kiszámításához szükséges analóg akkumulátor sorokat. Az elrendezések fentiek szerinti összehasonlítását a hasznos területen két output memóriabankot, az átfedő területeken pedig egy output memóriabankot feltételezve az 1. táblázat tartalmazza.

	SZH	AH	EAH
Egy hasznos területen levő cellában található LAM-ok száma	$k \cdot N + 2M + a$	$k \cdot N + 2M + a$	$k \cdot N + 2M + a$
Egy átfedő területen levő cellában található LAM-ok száma	$k \cdot N + M + a$	$k \cdot N + M + a$	$k \cdot N + M + a$
Az aszimmetrikus határfeltétel tárolásához szükséges LAM-ok száma	-	c	c
Egy oszlopban levő összes cellák száma	$h + 2o$	$h + o$	$h + o_1$
Egy oszlopban levő LAM-ok száma	$(h + 2o) \cdot (k \cdot N + 2M + a) - 2o \cdot M$	$(h + o) \cdot (k \cdot N + 2M + a) - o \cdot M + c$	$(h + o_1) \cdot (k \cdot N + 2M + a) - o_1 \cdot M + c$

1. táblázat

A fentiekben ismertetett videojel feldolgozó számítógép előnyösen a találmány szerinti sáv szerkezetű celluláris csippel valósítható meg. Ilyen celluláris csipek felhasználásával minimális elemszámmal nagy teljesítményű videojel feldolgozó számítógépet lehet építeni. A legegyszerűbb ilyen videojel feldolgozó számítógépben a 12. ábrán látható módon egyetlen találmány szerinti sáv szerkezetű 70 celluláris csip helyezkedik el. Ilyenkor a sáv szerkezetű 70 celluláris csipben az egy sorban elhelyezkedő programozható cellák száma megegyezik a bejövő és kimenő videojelek vízszintes felbontásával. A szabványos sor és képszinkronizált bejövő videojeleket önmagában ismert 72 video input modul fogadja, lekeveri róluk a szinkron jelet, az esetleges kompozit videojeleket összetevőkre szétszedi, és csak a monokromatikus világosság jeleket küldi tovább a 70 celluláris csip felé. Ez az N db. jel lesz a 70 celluláris csipbe menő $Y_{in,1} \dots Y_{in,N}$ bejövő videojel. A 72 video input modul végzi el az adott esetben szükséges szinteltolásokat is. Az ábrán látható önmagában ismert 73 video output modul a 70 celluláris csipből kiolvasott világosságjeleket, amelyek a fentiekben ismertetett $Y_{out,1} \dots Y_{out,N}$ kimenő videojelek, ellátja szinkron jelekkel, és szabványos videojel kimeneti erősítő fokozaton keresztül kiadja. A videojel feldolgozó számítógép tartalmaz továbbá digitális 71 vezérlőegységet, amely az egész rendszer digitális vezérlését és szinkronizálását végzi.

Amennyiben a szükséges összes programozható cellát nem lehet vagy nem célszerű egyetlen szilícium csipen megépíteni, akkor a képkocka sávot függőleges vágásokkal szét lehet hasítani kettő vagy több egymást oldalirányban átfedő sávra is, ahol minden egyes ilyen sáv feldolgozását egy-egy külön sáv szerkezetű celluláris csippel lehet megvalósítani. A 13. ábrán két sávra osztott feldolgozandó képkocka-területhez kialakított, két 70a és 70b celluláris csippel megvalósított videojel feldolgozó számítógép vázlatos ábrázolása látható. A sávok közötti függőleges átfedésnek legalább ugyanakkorának kell lennie, mint két egymás alatti sáv között a vízszintes átfedésnek. Ilyen átfedést alkalmazva elkerülhető, hogy a 70a és 70b celluláris csipeknek egymással kelljen kommunikálniuk. A több celluláris csipből álló videojel feldolgozó számítógép működése teljesen megegyezik az egyetlen celluláris csipből álló rendszerével. A különbség csak annyi, hogy az első

celluláris csip mintavételezi és dolgozza fel minden video sor első részét, a második celluláris csip a második részét, stb.

A fent ismertetett videojel feldolgozó számítógépek önmagukban csak képen belüli, un. "intra frame" feldolgozásra képesek. Az ilyen típusú képfeldolgozással nem lehetséges számos alapvető un. "inter frame" képfeldolgozási funkció, pl. mozgásérzékelés, időbeni átlagolással történő zajszűrés, stb. megvalósítása. Ha viszont a rendszerbe illesztünk egy akkora analóg memóriát, például a 14. ábrán látható 74 ARAM-ot, amekkora egy teljes képkockát el tud tárolni, akkor a találmány szerinti videojel feldolgozó számítógéppel ezen funkciók megvalósítása is lehetségessé válik. A találmány szerint 74 ARAM-ként alkalmazható például az R. Carmone, S. Espejo, R. Dominguez-Castro, A. Rodriguez-Vazquez, T. Roska, T. Kozek és L. O. Chua által "A 0.5 μ m CMOS CNN Analog Random Access Memory Chip for Massive Image Processing" címmel a Proceedings of IEEE Int. Workshop on Cellular Neural Networks and Their Applications, (CNNA '98) c. kiadványban a 271 - 276 oldalon publikált megoldás. A 14. ábrán látható módon a 74 ARAM-mal egy teljes képkockányi késleltetést tudunk létrehozni a videojelek útjában, ami azt eredményezi, hogy a sáv szerkezetű 70 celluláris csipbe nemcsak az aktuális, hanem az előző képkockának ugyanazon sávját is be tudjuk adni, azt a 30 programozható cellákban lévő lokális analóg memóriaelemekben el tudjuk tárolni, és azt a képfeldolgozási műveletben fel tudjuk használni. A 15. ábrán látható elrendezés szerint a 74 ARAM-mal a bejövő egy vagy több videojel és a kimenő egy vagy több videojel között visszacsatolás is kialakítható, így a visszacsatolást igénylő időbeli számítások is megvalósíthatók.

Egyes kamerák, például a hőkamerák (long wave IR) és a csillagfény erősítésű kamerák (image intensified) érzékelőinek van egy térben változó, de időben állandó offset hibája. Ezen offset hibák kiküszöbölésére az ismert videojel feldolgozó számítógép rendszerekben digitalizálják a videojelet, majd az offset hiba kiegyenlítése után megint analóg jelet állítanak elő. Ha a 14. ábrán levő 74 ARAM-ot lecseréljük egy nemfelejtő memóriára, akkor a rendszer képes lesz az offset hiba kompenzációjára. Ugyanakkor természetesen az ezeknél a zajos kameráknál szükséges egyéb képjavító, illetve feldolgozó funkciókat is elvégezheti ugyanaz a videojel feldolgozó számítógép.

A 12-15. ábrákon látható digitális 71 vezérlőegység felépítését a 16. ábra mutatja. A 71 vezérlőegység tartalmaz 80 digitális processzort, amely célszerűen DSP, mikroprocesszor vagy mikrokontroller, 81 memóriát, 82 soros port kezelő egységet és kétirányú 83a, 83b, 83c digitális portokat. A 71 vezérlőegység elemei belső 84 digitális buszon keresztül vannak egymással összekötve.

A 81 memória tartalmaz RAM-ot, valamint boot eszközt, célszerűen boot EPROM-ot vagy flash memóriát is. A 82 soros port kezelő egység segítségével a 71 vezérlőegység 85 külső soros buszon keresztül felprogramozható, hangolható illetve diagnosztizálható. Ezen funkciók célszerűen a 85 külső soros buszra csatlakoztatott PC-ről vagy notebook-ról valósíthatók meg. A kétirányú 83a digitális port a 70 celluláris csippel és adott esetben a 74 ARAM-mal, a kétirányú 83b digitális port a 72 video input modullal, valamint a kétirányú 83c digitális port a 73 video output modullal való kommunikációra szolgál. A 83a, 83b és 83c digitális portok sebességének illeszkednie kell a 70 celluláris csip, illetve a 72 video input modul és a 73 video output modul sebességéhez, ami kb. 15 - 50 MHz-et jelent. Adott esetben a 71 vezérlőegység a 70 celluláris csip részeként is kialakítható.

A 71 vezérlőegység a 70 celluláris csip számára a parancsokat célszerűen kódolt formában adja ki. A 70 celluláris csip ekkor előnyösen tartalmaz a 71 vezérlőegységtől érkező parancsokat a 32 lokális processzor magok, valamint a 41 belső kapcsolók, az 53 input kapcsolók és az 54 output kapcsolók működtetésére szolgáló vezetékekre kiadandó jelekre leképező dekóder egységet (nincs ábrázolva). Amennyiben a 71 vezérlőegység a 70 celluláris csipen van kialakítva, a dekóder egység el is hagyható. A 41 belső kapcsolók, az 53 input kapcsolók és az 54 output kapcsolók célszerűen vezérelt CMOS kapcsolók.

A 71 vezérlőegység a 81 memóriában eltárolt programot hajtja végre. Ez rendszerint tartalmaz egy nagyobb ciklust, amelyet minden egyes képkocka sávon végre kell hajtani. Egy ilyen ciklus tehát annyi ideig tart, amennyi sorból áll a 70 celluláris csip, szorozva a video sor futási idejével.

A találmány szerinti videojel feldolgozó számítógép tehát folyamatosan képes teljes video sorokat fogadni, azokat összegyűjteni, feldolgozni, majd kiadni. A videojel feldolgozó számítógép alkalmassá tehető több különböző

modalitású (fekete-fehér, színes RGB, hő-, csillagfény erősítésű, stb.) kamerából érkező videojel feldolgozására, intelligens összerakására, és a kimenete is lehet többcsatornás, például színes RGB.

A találmány szerinti egy vagy több celluláris csippel sáv elrendezésű videojel feldolgozó számítógépet lehet építeni. Az előnyös kiviteli alakokként ismertetett sáv szerkezetű SZH, AH és EAH celluláris csip elrendezések egyrészt kiküszöbölik az átfedésekből adódó problémákat, továbbá gazdaságosan megépíthetők szilíciumon. A fent ismertettek szerint egymás után következő képkockák együttes "inter-frame" feldolgozása is lehetséges a sáv szerkezetű celluláris csipekkel, ami időbeli képfeldolgozási feladatok, pl. mozgásérzékelés megoldását is lehetővé teszi.

Egy találmány szerinti celluláris csipből épített videojel feldolgozó számítógép akár PCMCi méretű is lehet, számítási teljesítménye ugyanakkor több százszor meghaladhatja a mai legnagyobb teljesítményű digitális jelfeldolgozó rendszereket (pl. TMS320C6x).

A találmány szerinti videojel feldolgozó számítógép, celluláris csip és eljárás a fentiekben elmondottak szerint nem csak az ismertetett kiviteli alakban szereplő celluláris hálózatban, hanem bármilyen alkalmas celluláris hálózatban, például a bevezetőben ismertetett konvolúciós neurális hálózatban, általános analóg processzor magokkal rendelkező hálózatban vagy kétdimenziós ellenállás hálózattal megvalósított celluláris hálózatban is alkalmazható.

Szabadalmi igénypontok

1. Videojel feldolgozó számítógép egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására, amely tartalmaz nagy számú programozható cellából álló celluláris hálózatot, amely programozható cellák mindegyike tartalmaz lokális processzor magot és vezérelhető belső kapcsolókon keresztül azzal összekötött lokális analóg memóriaelemeket, és amely videojel feldolgozó számítógép tartalmaz továbbá a lokális processzor magok és a belső kapcsolók vezérlésére alkalmas vezérlőegységet, azzal j e l l e m e z v e, hogy a celluláris hálózat tartalmaz több video sorra kiterjedő horizontális képkocka sávban (20) lévő képpontok számának megfelelő számú, egyenként a sávban (20) lévő képpontokhoz rendelt programozható cellát (30), amely sáv (20) tartalmaz hasznos területet (21) és átfedő területet (22, 23), a lokális analóg memóriaelemek tartalmaznak vezérelhető input kapcsolókon (53) keresztül a bejövő videojeleket hordozó vezetékekre (51) csatlakozó input memóriaelemeket és vezérelhető output kapcsolókon (54) keresztül a kimenő videojeleket hordozó vezetékekre (52) csatlakozó output memóriaelemeket, és ahol az input kapcsolók (53) vezérlésével a bejövő videojeleknek az egymással az átfedő területeken (22, 23) átlapolódó egymás alatti sávok (20) képpontjaihoz tartozó bejövő analóg értékei sávonként az egyes képpontokhoz rendelt programozható cellák (30) input memóriaelemeibe vannak mintavételezéssel beolvasva, a belső kapcsolók (41) vezérlésével egy teljes sáv (20) beolvasása után a sáv (20) bejövő analóg értékein a celluláris hálózattal képfeldolgozási művelet van végeztetve, amelynek eredményeként előálló, az egyes képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékek az output memóriaelemekbe vannak betöltve, majd az output kapcsolók (54) vezérlésével a hasznos területen (21) lévő képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékek ütemezett kiolvasásával a kimenő videojeleknek a sávhoz (20) tartozó része elő van állítva.

2. Az 1. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy az input memóriaelemek és az output memóriaelemek memóriabankokba vannak szervezve, ahol a hasznos területen (21) lévő

képpontoknak megfelelő programozható cellák (30) tartalmaznak legalább kettő input memóriabankot és legalább kettő output memóriabankot, az átfedő területen (22, 23) lévő képpontoknak megfelelő programozható cellák (30) pedig tartalmaznak legalább kettő input memóriabankot és legalább egy output memóriabankot, ahol minden egyes input memóriabank a bejövő videojelek számának megfelelő számú input memóriaelemet tartalmaz és minden egyes output memóriabank a kimenő videojelek számának megfelelő számú output memóriaelemet tartalmaz, valamint a programozható cellák (30) tartalmaznak belső buszt (40), amelyre a lokális processzor magok (32) és a memóriabankokban lévő memóriaelemek vannak a belső kapcsolókon (41) keresztül csatlakoztatva.

3. Az 1. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) tartalmaz több video sorra kiterjedő hasznos területet (21), valamint a hasznos terület (21) alatt lévő egy vagy több video sorra kiterjedő alsó átfedő területet (23).

4. A 3. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) tartalmaz a hasznos terület (21) fölött lévő egy vagy több video sorra kiterjedő felső átfedő területet (22).

5. A 3. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) tartalmaz a hasznos terület (21) fölött lévő video sorra kiterjedő, egy vagy több memóriasort tartalmazó tárolóterületet (24).

6. A 3. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) tartalmaz az alsó átfedő terület (23) alatt lévő, a bejövő videojelek számával megegyező számú akkumulátor sort (25), amelyekben az alsó átfedő terület (23) alatti határolóterület (26) egy vagy több sorának súlyozott összeadásával kapott analóg értékek vannak eltárolva.

7. A 3-6. igénypontok bármelyike szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) egy képkocka teljes video sorait tartalmazza.

8. A 3-6. igénypontok bármelyike szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) egymás melletti, egymást átfedő szakaszokra van felosztva, és a videojel feldolgozó számítógép (10) a sáv (20) szakaszai számának megfelelő számú, az egyes szakaszokat feldolgozó celluláris hálózatot tartalmaz.

9. A 2. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a programozható cellák (30) tartalmazzak a képfeldolgozási műveletben alkalmazott további lokális analóg memóriaelemeket (36), valamint aritmetikai műveletek végzésére alkalmas lokális analóg output egységet (34), amely további lokális analóg memóriaelemek (36) és lokális analóg output egység (34) a vezérlőegység (71) által vezérelt belső kapcsolókon (41) keresztül a belső buszra (40) vannak csatlakoztatva.

10. A 2. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a programozható cellák (30) tartalmazzak a képfeldolgozási műveletben alkalmazott lokális logikai memóriaelemeket (37), valamint logikai műveletek végzésére alkalmas lokális logikai egységet (35), amely lokális logikai memóriaelemek (37) és lokális logikai egység (35) a vezérlőegység (71) által vezérelt belső kapcsolókon (41) keresztül a belső buszra (40) vannak csatlakoztatva.

11. Az 1. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy tartalmaz feldolgozandó szabványos videojeleket előfeldolgozva a celluláris hálózat számára bejövő videojelekként monokromatikus világosságjeleket előállító video input modul (72), és a monokromatikus világosságjelekként előállított kimenő videojelek utófeldolgozásával szabványos feldolgozott videojeleket előállító video output modul (73), ahol a video input modul (72) és a video output modul (73) a vezérlőegység (71) által van vezérelve.

12. A 11. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy tartalmaz a vezérlőegység (71) által vezérelt analóg memóriát, amely a bejövő egy vagy több videojelnek az éppen feldolgozás alatt álló képkocka előtti képkocka képpontjaihoz tartozó analóg értékei eltárolására és a celluláris hálózatnak a képfeldolgozási művelethez való beadására szolgál.

13. A 11. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy tartalmaz a vezérlőegység (71) által vezérelt analóg memóriát, amely az egy vagy több kimenő videojel legalább egy részének a celluláris hálózatba bejövő videojelként való visszacsatolására szolgál.

14. Celluláris csip egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására szolgáló videojel feldolgozó számítógéphez, amely celluláris csip tartalmaz nagy számú programozható

cellából álló celluláris hálózatot, amely programozható cellák mindegyike tartalmaz lokális processzor magot, lokális analóg memóriaelemeket, valamint a lokális analóg memóriaelemeket a lokális processzor maggal összekötő belső buszt, ahol a lokális processzor mag és a lokális analóg memóriaelemek vezérelhető belső kapcsolókon keresztül vannak a belső buszra csatlakoztatva, azzal j e l l e m e z v e, hogy a celluláris hálózat több sorból álló sávban (20) elrendezett programozható cellákat (30) tartalmaz, amely sáv (20) tartalmaz hasznos területet (21) és átfedő területet (22, 23), a hasznos területen (21) lévő programozható cellák (30) tartalmaznak legalább kettő input memóriabankot és legalább kettő output memóriabankot, az átfedő területen (22, 23) lévő programozható cellák (30) pedig tartalmaznak legalább kettő input memóriabankot és legalább egy output memóriabankot, ahol az egyes input memóriabankok a bejövő videojelek számának megfelelő számú, a bejövő videojelek mintavételezett értékeinek tárolására szolgáló input memóriaelemet tartalmaznak és az egyes output memóriabankok a kimenő videojelek számának megfelelő számú, a kimenő videojelek számított mintavételi értékeinek tárolására szolgáló output memóriaelemet tartalmaznak, valamint ahol az input memóriaelemek vezérelhető input kapcsolókon (53) keresztül a bejövő videojeleket hordozó vezetékekre (51) vannak csatlakoztatva, az output memóriaelemek pedig vezérelhető output kapcsolókon (54) keresztül a kimenő videojeleket hordozó vezetékekre (52) vannak csatlakoztatva.

15. A 14. igénypont szerinti celluláris csip, azzal jellemezve, hogy a celluláris csipen (70) a lokális processzor magok (32), valamint a belső kapcsolók (41), az input kapcsolók (53) és az output kapcsolók (54) digitális vezérlőegységgel (71) vannak vezérelve.

16. A 15. igénypont szerinti celluláris csip, azzal jellemezve, hogy a programozható cellák (30) tartalmaznak további lokális analóg memóriaelemeket (36), valamint a lokális analóg memóriaelemekben (36) eltárolt analóg értékekkel aritmetikai műveletek végzésére alkalmas lokális analóg output egységet (34), amely további lokális analóg memóriaelemek (36) és lokális analóg output egység (34) a vezérlőegység (71) által vezérelt belső kapcsolókon (41) keresztül a belső buszra (40) vannak csatlakoztatva.

17. A 15. igénypont szerinti celluláris csip, azzal jellemezve, hogy a programozható cellák (30) tartalmaznak lokális logikai memóriaelemeket (37),

valamint bennük eltárolt logikai értékekkel logikai műveletek végzésére alkalmas lokális logikai egységet (35), amely lokális logikai memóriaelemek (37) és lokális logikai egység (35) a vezérlőegység (71) által vezérelt belső kapcsolókon (41) keresztül a belső buszra (40) vannak csatlakoztatva.

18. A 14. igénypont szerinti celluláris csip, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) tartalmaz több programozható cella sorra kiterjedő hasznos területet (21), valamint a hasznos terület (21) alatt lévő egy vagy több programozható cella sorra kiterjedő alsó átfedő területet (23).

19. A 18. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) tartalmaz a hasznos terület (21) fölött lévő egy vagy több programozható cella sorra kiterjedő felső átfedő területet (22).

20. A 18. igénypont szerinti celluláris csip, azzal jellemezve, hogy a hasznos terület (21) fölött tartalmaz egy vagy több memóriasort tartalmazó tárolóterületet (24).

21. A 18. igénypont szerinti videojel feldolgozó számítógép, azzal jellemezve, hogy a sáv (20) tartalmaz az alsó átfedő terület (23) alatt lévő egy vagy több akkumulátor sort (25).

22. Eljárás egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására, amelynek során az átalakításhoz nagy számú programozható cellából álló celluláris hálózatot alkalmazunk, amely programozható cellák mindegyike tartalmaz lokális processzor magot és lokális memóriaelemeket, azzal j e l l e m e z v e, hogy a bejövő videojeleket több video sorra kiterjedő, egymással átlapolódó egymás alatti sávonként dolgozzuk fel, amely sáv tartalmaz szomszédos sávval nem átlapolódó hasznos területen lévő képpontokat és szomszédos sávval átlapolódó átfedő területen lévő képpontokat, ahol a celluláris hálózat tartalmaz a sávban lévő képpontok számának megfelelő számú programozható cellát, amelyek sávonként a sáv ugyanazon pozíciójú képpontjához vannak rendelve, és amelyek tartalmaznak felváltva az egymás utáni sávokhoz rendelt lokális input és output memóriaelemeket, ahol a bejövő videojelek ütemezett mintavételezésével nyert, az egyes képpontokhoz tartozó bejövő analóg értékeket az adott sávban a képponthez rendelt programozható cellának a sávhoz rendelt lokális input memóriaelemeiben eltároljuk, egy teljes sáv bejövő analóg értékeinek eltárolása után a sávhoz rendelt lokális input memóriaelemekben eltárolt bejövő analóg

értékeken a celluláris hálózattal képfeldolgozási műveletet végzünk, amelynek eredményeként előálló, az egyes képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékeket programozható cellánként a sávhoz rendelt lokális output memóriaelemekbe töltjük, majd a sáv hasznos területén lévő képpontokhoz rendelt programozható celláknak a sávhoz rendelt lokális output memóriaelemeiből a kimenő analóg értékeket ütemezetten kiolvasva a kimenő videojeleknek a sávhoz tartozó részét előállítjuk.

23. A 22. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a celluláris hálózat tartalmaz a programozható cellákban a lokális input memóriaelemekből képezett, felváltva az egymás alatti sávokhoz rendelt legalább két input memóriabankot, valamint a hasznos területen lévő képpontoknak megfelelő programozható cellákban a lokális output memóriaelemekből képezett, felváltva az egymás alatti sávokhoz rendelt legalább két output memóriabankot, ahol a bejövő analóg értékeket az adott sávban a képponthez rendelt programozható cellának a sávhoz rendelt input memóriabankjában tároljuk el, a kimenő analóg értékeket pedig az adott sávban a képponthez rendelt programozható cellának a sávhoz rendelt output memóriabankjában tároljuk el.

24. A 23. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az input memóriabankokban lévő lokális input memóriaelemek vezérelhető input kapcsolókon keresztül a bejövő videojeleket hordozó vezetékekre vannak csatlakoztatva, és az ütemezett mintavételezést az input kapcsolók vezérlésével végezzük.

25. A 23. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az input memóriabankokban lévő lokális input memóriaelemek és az output memóriabankokban lévő lokális output memóriaelemek a lokális processzor magokkal vezérelhető belső kapcsolókon keresztül vannak összekötve, és a képfeldolgozási művelethez a bejövő analóg értékek szolgáltatását és az output memóriabankokba való betöltést a belső kapcsolók vezérlésével végezzük.

26. A 23. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az output memóriabankokban lévő lokális output memóriaelemek vezérelhető output kapcsolókon keresztül a kimenő videojeleket hordozó vezetékekre vannak csatlakoztatva, és az ütemezett kiolvasást az output kapcsolók vezérlésével végezzük.

27. A 23. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a celluláris hálózat az átfedő területen lévő képpontoknak megfelelő programozható cellákban a lokális output memóriaelemekből képezett legalább egy output memóriabankot tartalmaz.

28. Eljárás egy vagy több bejövő videojelnek egy vagy több kimenő videojellé való átalakítására, ahol a videojelek video sorokból álló képkockákat reprezentálnak, azzal jellemezve, hogy a bejövő egy vagy több videojelet több video sorra kiterjedő, egymással átlapolódó egymás alatti sávonként dolgozzuk fel, amely sáv tartalmaz szomszédos sávval nem átlapolódó hasznos területen lévő képpontokat és szomszédos sávval átlapolódó átfedő területen lévő képpontokat, ahol a bejövő egy vagy több videojel ütemezett mintavételezésével az egyes sávok képpontjaihoz tartozó bejövő analóg értékeket egy a sávhoz rendelt első memóriaeszközben eltároljuk, egy teljes sáv bejövő analóg értékeinek eltárolása után azokon képfeldolgozási műveletet végzünk, amelynek eredményeként előálló, az egyes képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékeket egy a sávhoz rendelt második memóriaeszközbe töltjük, majd a sáv hasznos területén lévő képpontokhoz tartozó kimenő analóg értékeket a második memóriaeszközből ütemezetten kiolvastva az egy vagy több kimenő videojelnek a sávhoz tartozó részét előállítjuk.

29. A 28. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a képfeldolgozásra celluláris hálózatot alkalmazunk, ahol a celluláris hálózat tartalmaz a sávban lévő képpontok számának megfelelő számú programozható cellát, amelyek sávonként a sáv ugyanazon pozíciójú képpontjához vannak rendelve.

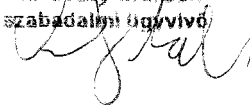
30. A 29. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az első memóriaeszköz tartalmaz a programozható cellákban lokális input memóriaelemekből képezett, felváltva az egymás alatti sávokhoz rendelt legalább két input memóriabankot, a második memóriaeszköz pedig tartalmaz a hasznos területen lévő képpontoknak megfelelő programozható cellákban lokális output memóriaelemekből képezett, felváltva az egymás alatti sávokhoz rendelt legalább két output memóriabankot, ahol a bejövő analóg értékeket az adott sávban a képponthez rendelt programozható cellának a sávhoz rendelt input memóriabankjában tároljuk el, a kimenő analóg értékeket pedig az adott

sávban a képponthoz rendelt programozható cellának a sávhoz rendelt output memóriabankjában tároljuk el.

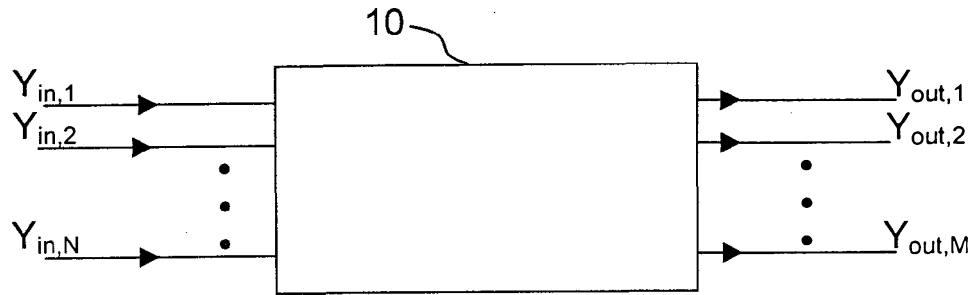
(11 lap rajz, 16 ábra)

A meghatalmazott

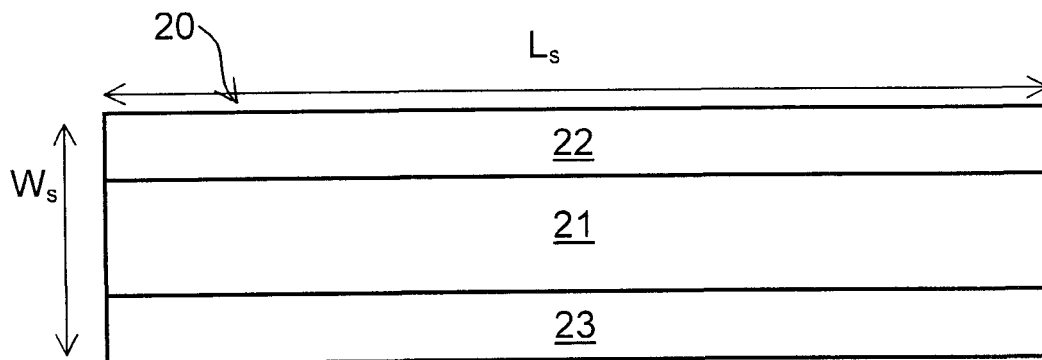
GÖDÖLLE, KÉKES, MESZÁROS & SZABO
Szabadalmi és Védjegy Iroda
1024 Budapest, Keleti Károly u. 13/b
Kereszty Marcell
szabadalmi ügyvivő



KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

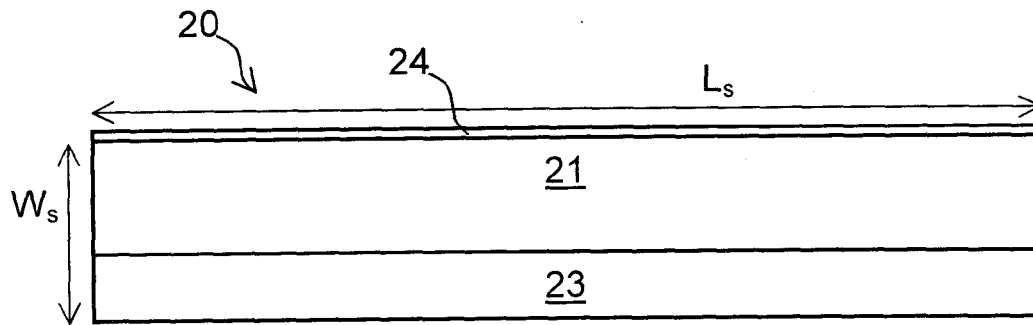


1. ábra

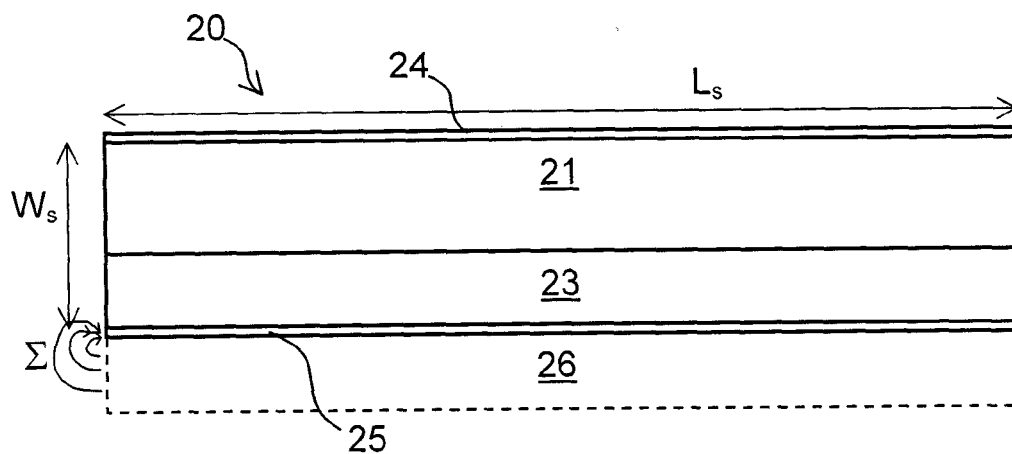


2. ábra

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

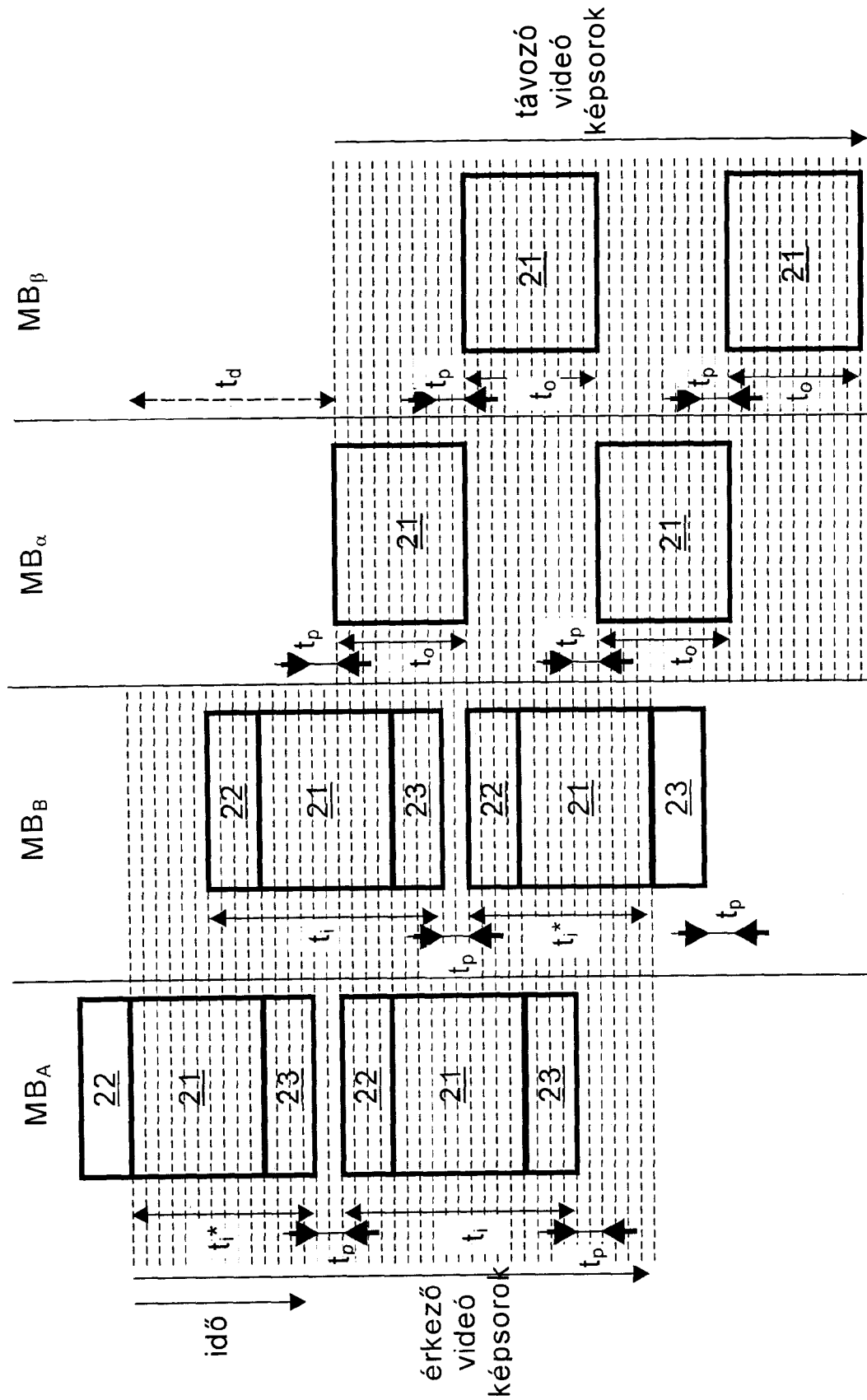


3. ábra



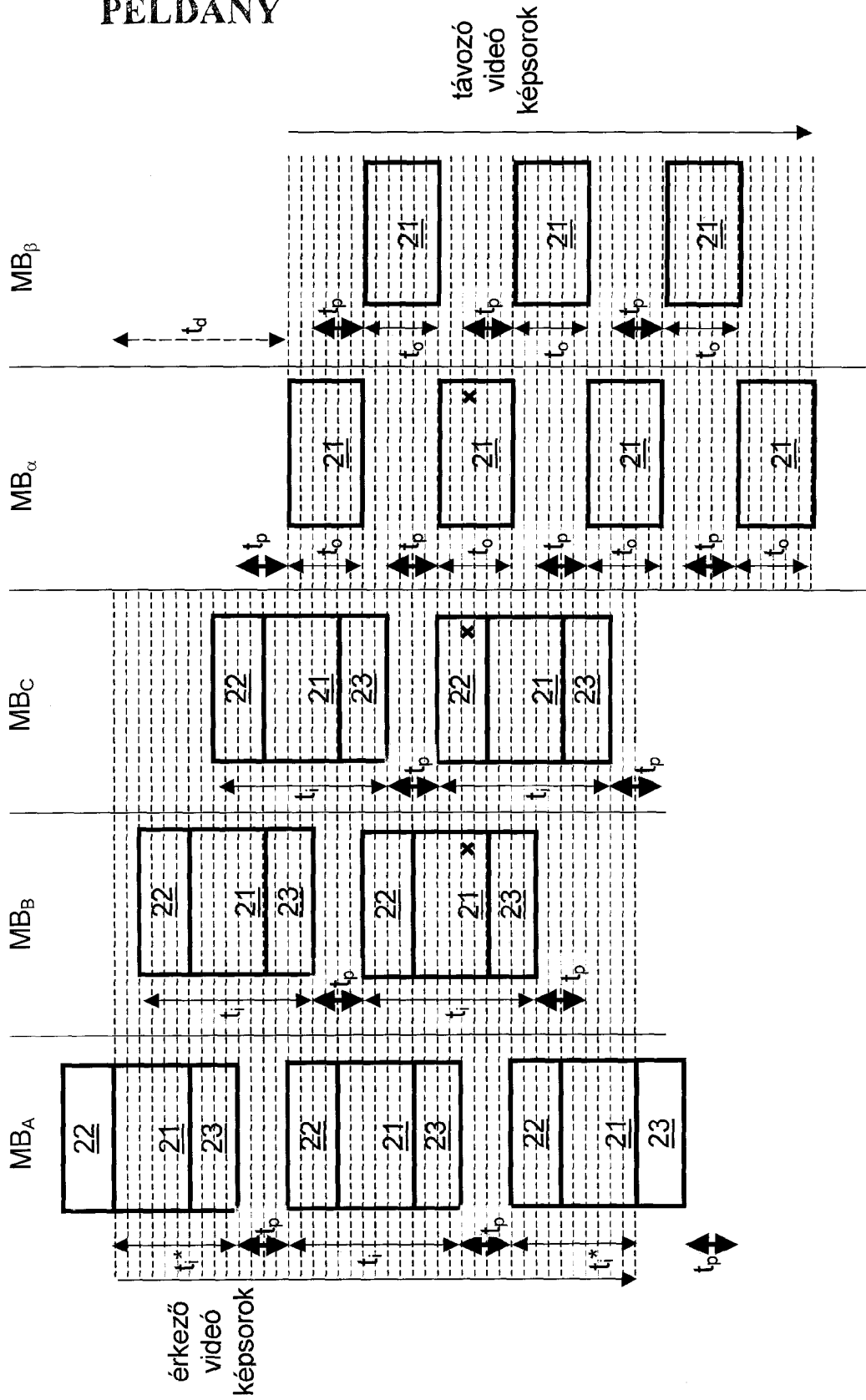
4. ábra

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY



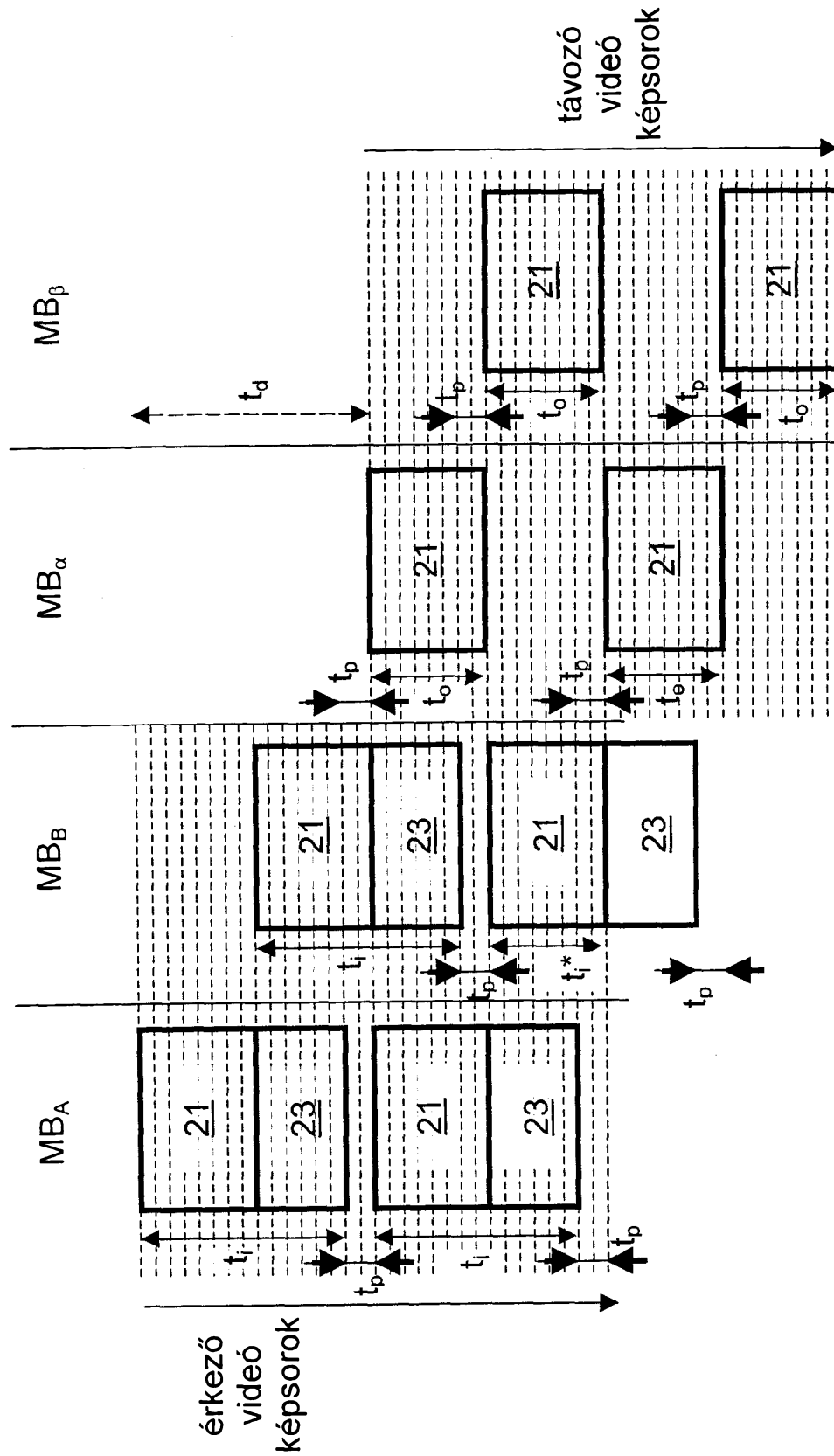
5. ábra

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY



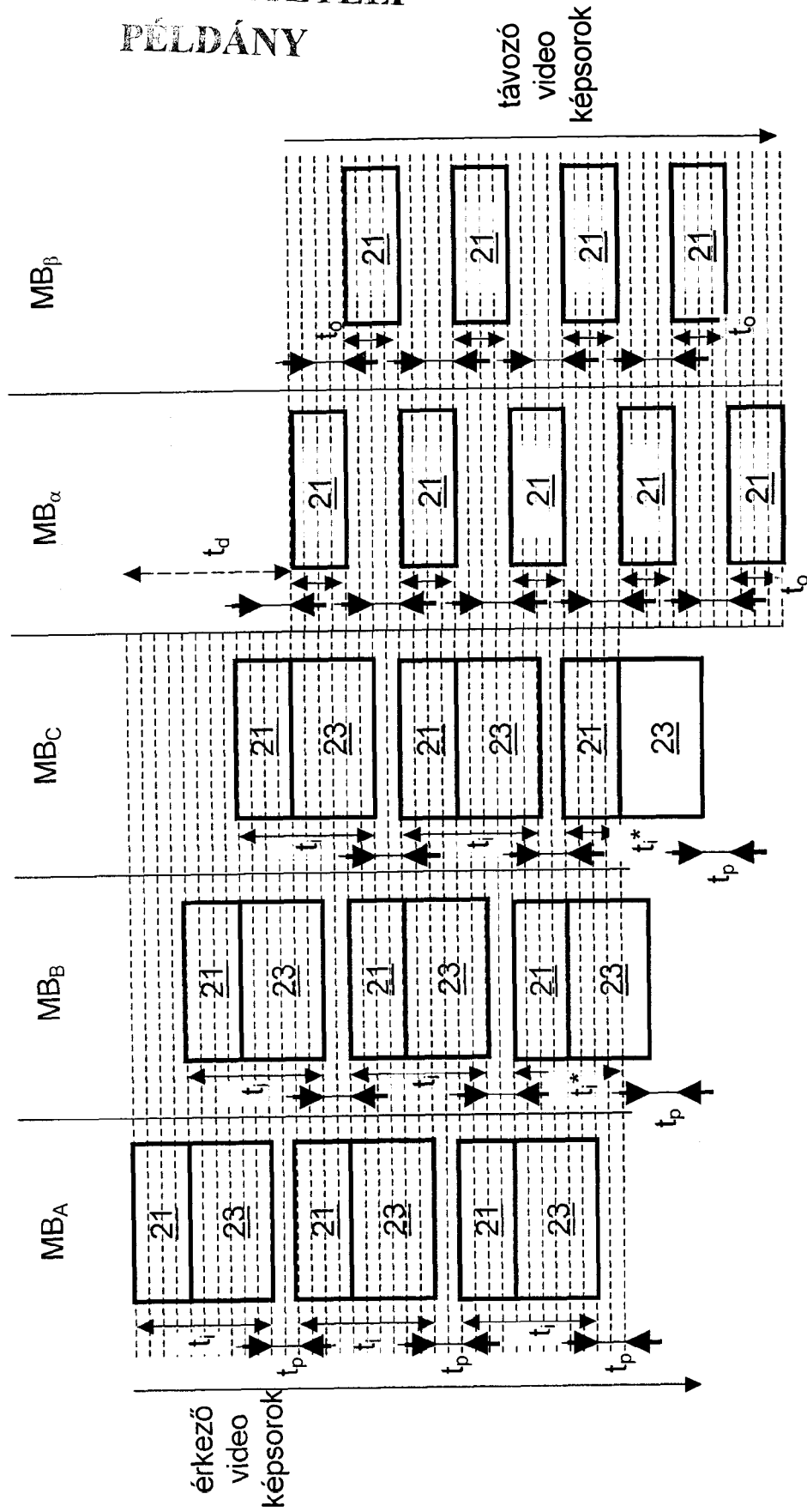
6. ábra

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY



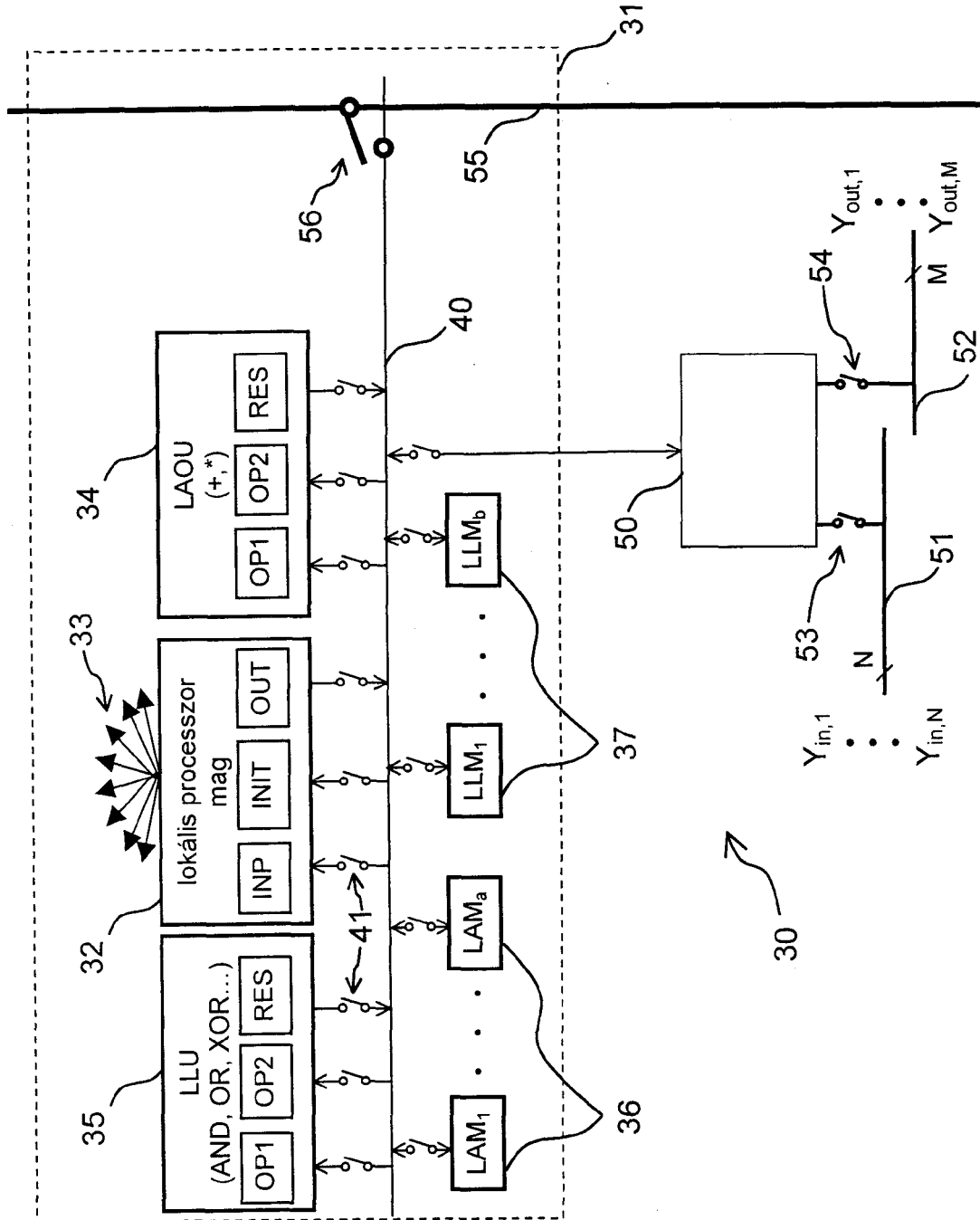
7. ábra

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY



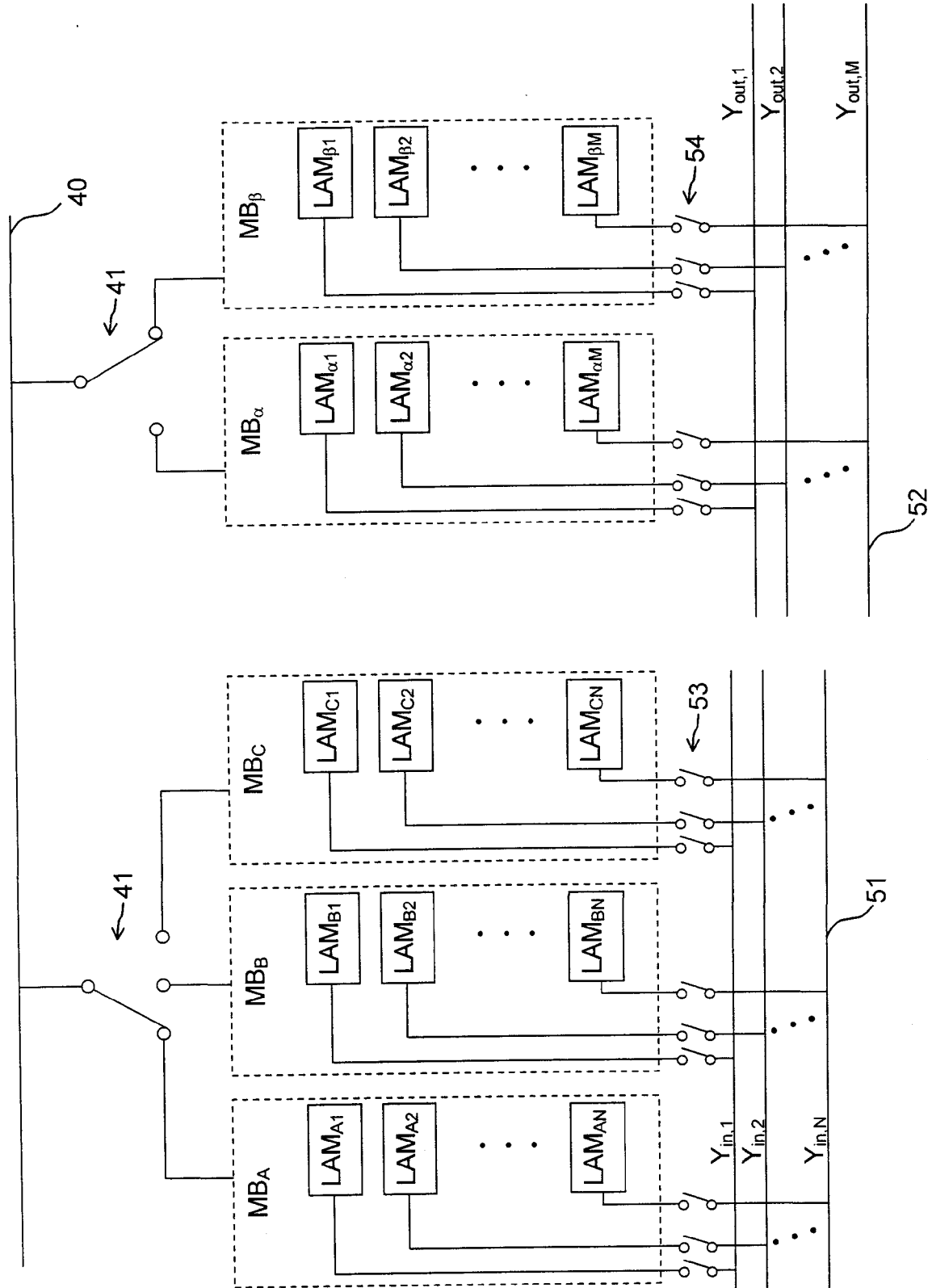
8. ábra

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY



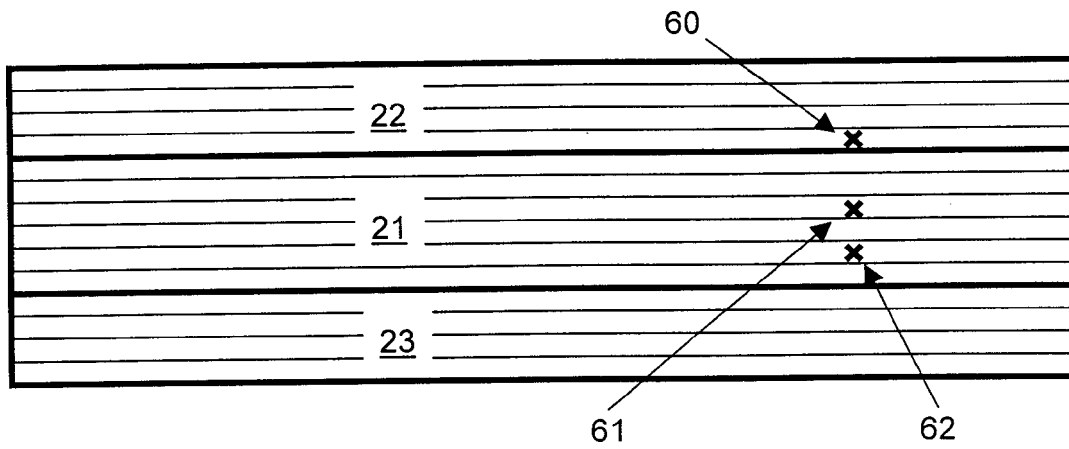
9. ábra

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

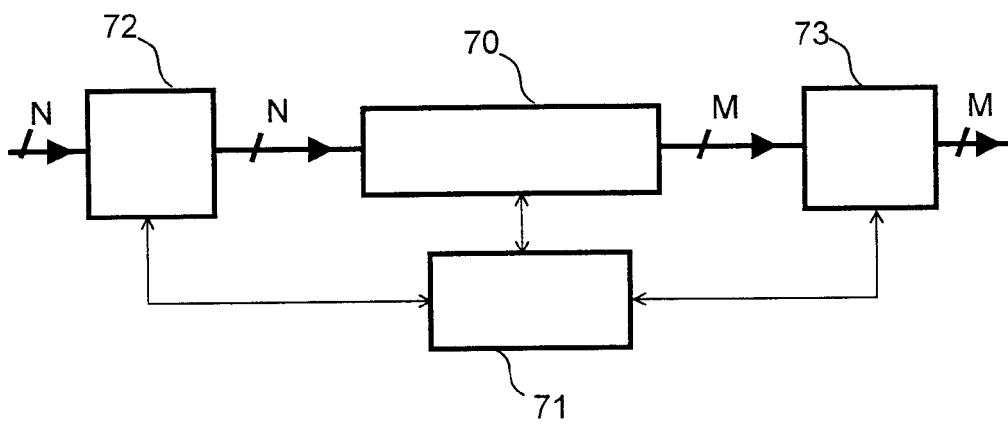


10. ábra

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

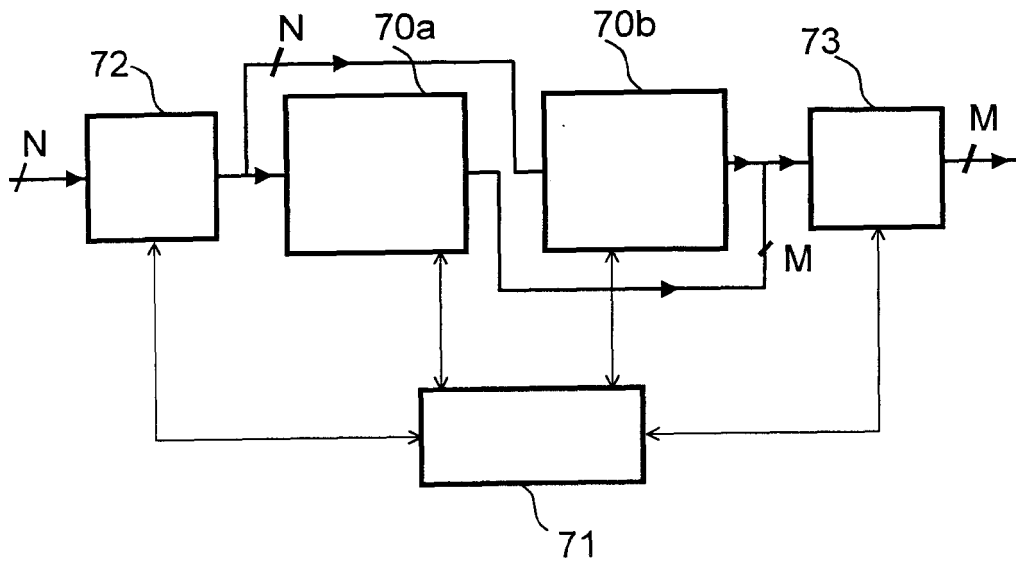


11. ábra

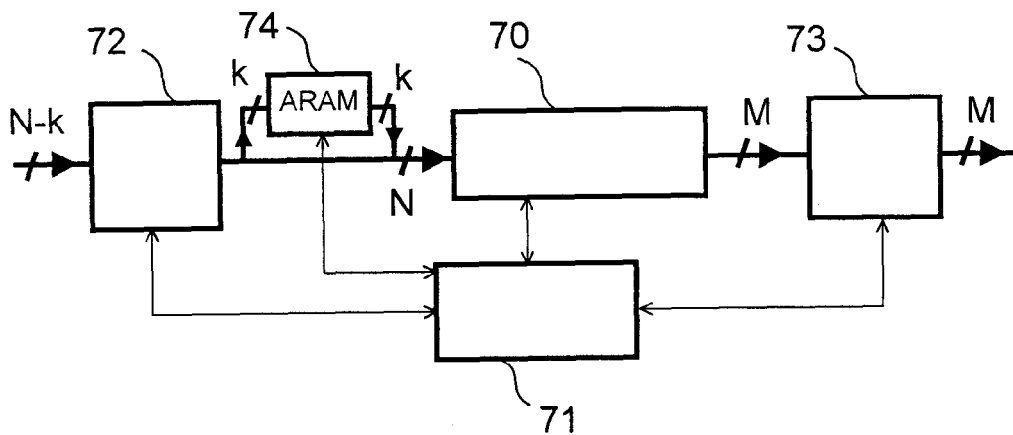


12. ábra

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

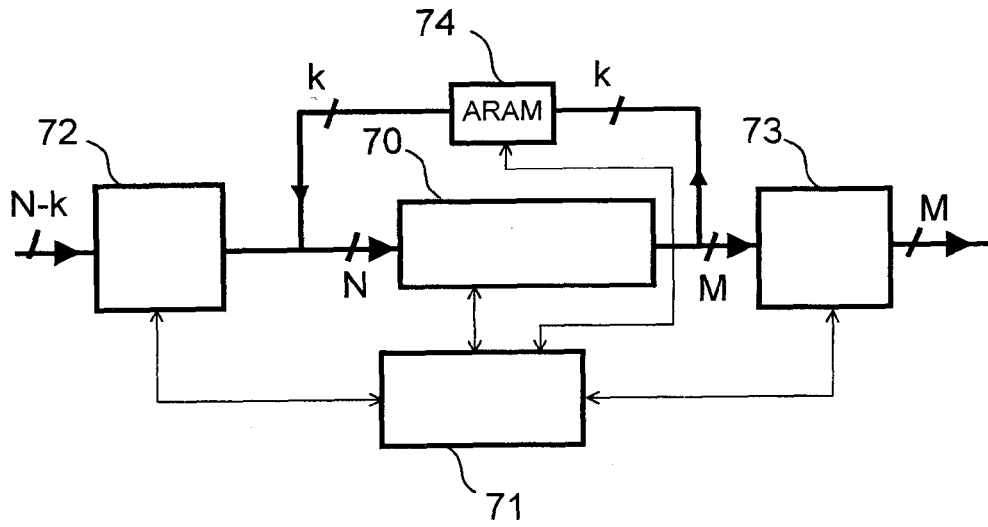


13. ábra

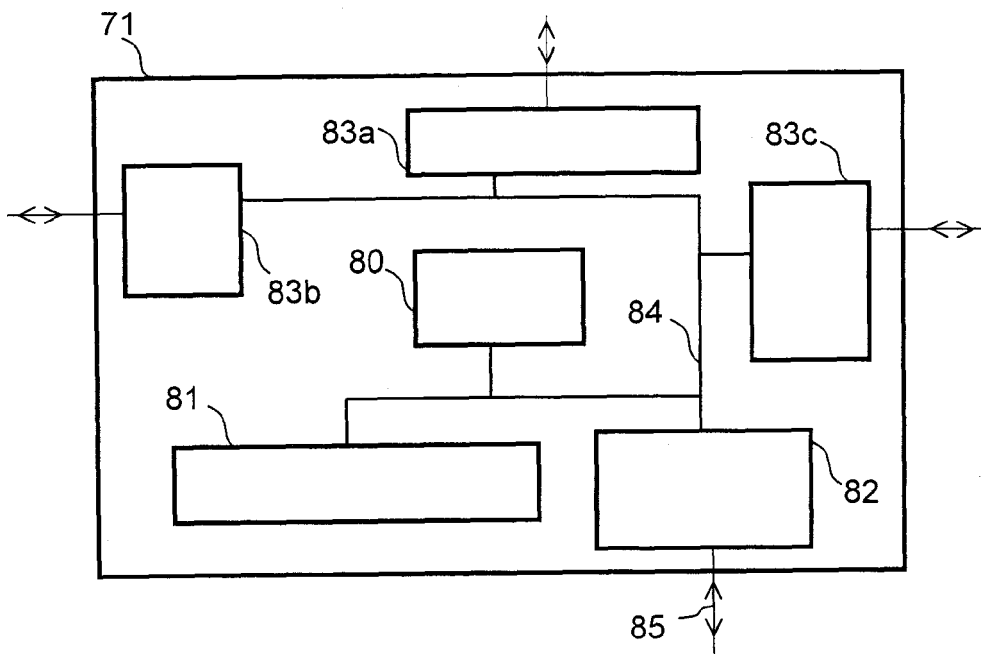


14. ábra

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY



15. ábra



16. ábra