



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4773735/24
(22) 25.12.89
(46) 07.02.92. Бюл. № 5
(71) Научно-исследовательский институт телевизионной техники "Электрон"
(72) Ю.А.Лысенко и С.А.Елманов
(53) 681.327.12(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 913421, кл. G 06 K 9/52, 1979.
Авторское свидетельство СССР № 1234859, кл. G 06 K 9/36, 1984 (прототип).

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ

(57) Изобретение относится к автоматике и вычислительной технике, в частности к устройствам для предварительной обработки изображений объектов, и может быть ис-

2

пользовано при необходимости выделения малоразмерных тонкоструктурных объектов. Цель изобретения – расширение функциональных возможностей путем обеспечения выделения малоразмерных тонкоструктурных объектов за счет линейного растяжения локального диапазона яркости изображения объектов. Значения верхней и нижней границ этого диапазона определяются на основе анализа значений элементов предшествующего кадра. Цель достигается введением двух компараторов, блока сглаживания, двух вычитателей, элемента памяти, умножителя и мультиплексора, при этом блок сглаживания содержит группу сдвиговых регистров, вычитатель, накапливающий сумматор и блок деления. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

Изобретение относится к автоматике и вычислительной технике, в частности к устройствам для предварительной обработки изображений объектов, и может быть использовано при необходимости выделения малоразмерных тонкоструктурных объектов.

Цель изобретения – расширение функциональных возможностей путем обеспечения выделения малоразмерных тонкоструктурных объектов за счет линейного растяжения локального диапазона яркости изображения объектов. Значения верхней и нижней границ этого диапазона определяются на основе анализа значений элементов предшествующего кадра.

На фиг. 1 представлена функциональная схема устройства; на фиг. 2 – схема блока сглаживания.

Устройство содержит первый 1, второй 2, третий 3 и четвертый 4 регистры, первый 5 и второй 6 компараторы, блок 7 сглаживания, первый 8 и второй 9 вычитатели, элемент 10 памяти, умножитель 11, мультиплексор 12, первый 13, второй 14 и третий 15 информационные входы устройства, первый 16, второй 17 и третий 18 синхронизирующие входы устройства, вход "Сброс" 19 устройства, выход 20 устройства.

Блок сглаживания (фиг. 2) содержит группу 21 сдвиговых регистров, вычитатель 22, накапливающий сумматор 23, делитель 24.

Устройство работает следующим образом.

Устройство реализует операцию перераспределения уровней яркости исходного изображения $X = \{x_i\}$ путем линейного рас-

тяжения диапазона яркости, содержащего объекты и фон, и сжатия других уровней яркости, которые не несут информацию об объектах на изображении. Определение значений \min^* и \max^* нижней и верхней границ данного диапазона яркости осуществляется адаптивно путем определения минимального и максимального значения, которые принимает оператор $g(x_i)$ на элементах изображения $x_i \in X$. Если объект Z имеет яркость X_Z , то $\min^* \leq X_Z \leq \max^*$. Диапазон яркости $[\alpha, \beta]$ подвергается линейному растяжению за счет сжатия диапазонов $[0, \min^*]$ и $[\max^*, M]$ яркости, которые не содержат уровней, соответствующих объектам и фону, где $M = 2^K - 1$ — максимально возможное значение яркости изображения; K — количество разрядов на входе 15 устройства. Значения \min^* и \max^* определяются как минимальное и максимальное значения локального сглаживающего оператора $g(x_i)$ на изображении. Линейное растяжение сигнала, лежащего в диапазоне $[\min^*, \max^*]$, осуществляется при помощи вычитателя 8, элемента 10 памяти, вычитателя 9, умножителя 11 и мультиплексора 12 согласно выражению

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{при } X_i < \min^* \\ 2^{k-1} & \text{при } X_i > \max^* \\ (2^{k-1} \cdot (x_i - \min^*) \cdot (\max^* - \min^*)^{-1}) & \text{при } \min^* \leq X_i \leq \max^* \end{cases}$$

где X_i, Y_i — текущее значение исходного и преобразованного изображения.

При этом размер локальной окрестности точки i , на основе анализа элементов которой определяется значение оператора $g(x_i)$, выбирается таким образом, чтобы не превышать размеров интересующих нас объектов на изображении. В качестве локального оператора $g(x_i)$ предполагается использовать оператор линейной фильтрации, обладающий высокой эффективностью при сглаживании шума в сигнале. Локальный оператор $g(x_i)$ обеспечивает сглаживание исходного изображения по некоторой локальной окрестности текущей точки с целью снижения уровня шума в сигнале.

Устройство реализует вычисление функции

$$Y_i = \begin{cases} 0 & \text{при } X_i < \min^* \\ 2^{k-1} & \text{при } X_i > \max^* \\ 2^{k-1} \cdot (X_i - \min^*) \cdot (\max^* - \min^*)^{-1} & \text{при } \min^* \leq X_i \leq \max^*, X_i \in X \end{cases}$$

где

$$\max^* = \max \{ g(X) \}, \\ X \in X^*;$$

$$\min^* = \min \{ g(X) \}, \\ X \in X^*;$$

X — множество отсчетов текущего кадра на изображении;

X^* — множество отсчетов предыдущего кадра изображения;

X_i, Y_i — значение i -х отсчетов исходного X и преобразованного Y изображений;

K — количество разрядов на входе устройства;

$g(x_i)$ — значение локального оператора в точке i изображения.

$$g(x_i) = S_i / N;$$

$$S_i = \frac{1}{N} \sum_{j=i-N+1}^i X_j$$

где S_i — локальное среднее значение элементов текущей апертуры длины N .

Значение величин \max^* и \min^* с выходов регистров 1 и 2 поступают на соответствующие входы вычитателя 8, значение $(\max^* - \min^*)$ с которого поступает на вход элемента 10 памяти, значение $(2^{k-1}) (\max^* - \min^*)^{-1}$ с выхода которого записывается в регистр 3. В регистре 4 записано значение \min^* . Код текущего отсчета X_i сигнала поступает на соответствующий вход вычитателя 9, значение величины $X_i - \min^*$ с выхода которого поступает на вход умножителя 11, на выходе которого формируется значение $(2^{k-1}) (x_i - \min^*) (\max^* - \min^*)^{-1}$, которое поступает на третий вход мультиплексора 12. Таким образом, в каждом такте работы параллельно с формированием в регистрах 1 и 2 новых значений \max^* и \min^* осуществляется преобразование текущего значения x_i сигнала и результат Y_i поступает на первый вход мультиплексора 12.

При этом цифровой многоразрядный телевизионный сигнал по окончании гасящего импульса, приходящего в наборе сигналов, поступает на второй вход вычитателя 9 и вход блока 7 сглаживания. Пусть в текущем i -м такте значение x_i текущего i -го отсчета сигнала поступает на вход блока 7 сглаживания, а затем с его выхода — на второй вход вычитателя 22 и вход группы 21 сдвиговых регистров. На выходе группы сдвиговых регистров на протяжении первых N тактов работы (где N — длина блока 21) будут формироваться нулевые значения (при $i \leq N$, так как группа 21 обнуляется перед окончанием гасящего импульса), а в последующих тактах работы ($i > N$) на его выходе будет формироваться код отсчета X_{i-N} , задержанного на N тактов работы. Значение отсчетов X_i и X_{i-N} поступают на соответствующие входы вычитателя 22.

на выходе которого формируется код величины $X_i - X_{i-N}$, который затем поступает на вход накапливающего сумматора 23. При этом сформировавшееся ранее содержимое a_{i-1} накапливающего сумматора 23 суммируется со значением на его входе, т.е. в накапливающем сумматоре 23 формируется код величины $a_i = a_{i-1} + x_i - x_{i-N}$ (где $a_0 = 0$, $x_L = 0$ при $\alpha \leq 0$). Значение величины с выхода накапливающего сумматора 24 поступает на вход делителя 24, в ячейках которого осуществляется вычисление результатов функции деления на константу N . Код величины $S_i = \frac{1}{N} a_i$ с выхода делителя 24 поступает на вход блока 7 сглаживания, а затем — на входы селекторов максимума (блоки 5.1) и минимума (блоки 6.2). Значение S_i в селекторе максимума (блоки 5.1) поступает на вход регистра 1 и на второй вход компаратора 5, на первый вход которого поступает код величины Z_{i-1} , сформированной в предыдущем $(i-1)$ -м такте работы устройства. Если $S_i > Z_{i-1}$, то код логической единицы с выхода "Меньше" компаратора 5 поступает на вход разрешения записи регистра 1 и в него записывается значение S_i , в противном случае значение регистра 1 не изменяется, т.е. $Z_i = \max\{Z_{i-1}, S_i\}$ ($i > N$, $Z_N = 0$). Аналогично в селекторе минимума (блоки 6.2) в регистре 2 формируется значение величины $P_i = \min\{P_{i-1}, S_i\}$. При этом, если $S_i < P_{i-1}$, то код логической единицы с выхода "Больше" компаратора 6 поступает на вход разрешения записи регистра 2 и в него записывается значение S_i , в противном случае значение регистра 2 не изменяется.

Таким образом, перед началом гасящего импульса в регистрах 1 и 2 сформируются значения \max^* и \min^* соответственно. С началом гасящего импульса код величины \min^* поступает на вход регистра 4 и второй вход вычитателя 8, на первый вход которого поступает значение величины \max^* с выхода регистра 1. Код величины $\max^* - \min^*$ с выхода вычитателя 8 поступает на вход элемента 10 постоянной памяти, в ячейках которого реализовано вычисление функции $\varphi(\alpha) = \frac{2^K - 1}{\alpha}$ (где α — количество разрядов на входе устройства). Код величины $\varphi(\max^* - \min^*) = \frac{2^K - 1}{\max^* - \min^*}$ с выхода элемента 10 памяти поступает на вход регистра 4. При поступлении синхронизирующего импульса с третьего синхронизирующего входа 18 устройства на входы синхронизации регистров 3 и 4 в них записываются

значения величин $\varphi(\max^* - \min^*)$ и \min^* , сформировавшиеся на их входе ранее. Затем импульс "Сброс" с входа 19 устройства устанавливает регистр 1 в нулевое состояние (на выходе всех разрядов регистра нули), а регистр 2 устанавливает в единичное состояние (на выходах всех разрядов регистра единицы).

Сжатие уровней яркости осуществляется при помощи мультиплексора 12, умножителя 11 и вычитателя 9, на первый — третий входы которого поступают значения y_i , 2^{K-1} и 0 соответственно. Если $x_i < \min^*$, то значение "1" с выхода "Переполнение" умножителя 11 поступает на соответствующий вход мультиплексора 12 и формируется код 2^{K-1} . В случае, если на управляющих входах мультиплексора сформированы нули, на его выходе формируется код Y_i преобразованного текущего отсчета изображения. Необходимо отметить, что величина N выбирается равной геометрическим размерам минимальных наблюдаемых объектов на изображении. Для систем технического зрения при наблюдении объектов размерами 5–10 м на дальности до 6 км и при матрице изображения 512 x 512 отсчетов N принимается равным 6–8.

Параллельно с рекурсивным формированием в селекторе максимума и в селекторе минимума значений величин Z_i и P_i значение X_i текущего отсчета сигнала поступает на второй вход вычитателя 9. На выходах регистров 3 и 4 формируются значения $\varphi(\max^* - \min^*)$ и \min^* , сформированные на основе анализа предыдущего кадра изображения и записанные в них во время предшествующего гасящего импульса. Значение \min^* с выхода регистра 4 поступает на первый вход вычитателя 9, значение величины $X_i - \min^*$ с выхода которого поступает на второй вход умножителя 11, на первый вход которого поступает значение $\varphi(\max^* - \min^*)$ с выхода регистра 3. Код величины $\frac{2^K - 1}{\max^* - \min^*} \cdot (x_i - \min^*)$ с выхода умножителя 11 поступает на первый вход мультиплексора 12, на второй и третий входы которого поступают величины (2^{K-1}) и 0 соответственно. Выход "Переполнение" умножителя 11 и выход знакового разряда вычитателя 9 соединены с управляющими входами мультиплексора 12, т.е. в случае, если $(2^{K-1})(X_i - \min^*) \times \varphi(\max^* - \min^*) > 2^{K-1}$ при $X_i > \max^*$, на выходе мультиплексора 12 формируется значение 2^{K-1} , если $X_i < \min^*$ (значение знакового разряда на выходе вычитателя 9 будет равно единице), то на выходе мультиплексора 12 формируется значение нуля, если же эти

условия не выполняются, то на выходе мультиплексора 12 формируется код величины $(2^k-1)(X_i - \min^*)(\max^* - \min^*)^{-1}$. Это значит, что в i -м такте работы на выходе мультиплексора 12 будет формироваться значение y_i , которое затем поступает на выход 20 устройства.

Таким образом, в промежутке между кадровыми гасящими импульсами устройство параллельно осуществляет сглаживание исходного сигнала и рекурсивное формирование его максимального и минимального значений и параллельно осуществляет преобразование текущего значения сигнала путем линейного растяжения диапазона яркости, границы \max^* и \min^* которого были определены на основе анализа значений сигнала в предыдущем кадре изображения. Затем на протяжении кадрового гасящего импульса новые значения \max^* и \min^* будут сформированы по элементам текущего кадра изображения в регистрах 1 и 2 и на их основе корректируются значения, содержащиеся в регистрах 3 и 4. Затем производится установка регистра 1 группы 21 сдвиговых регистров и накапливающего сумматора 23 в нуль (производится обнуление), а регистр 2 устанавливается в единичное состояние (значения всех разрядов регистра равны единице). По окончании текущего гасящего импульса начинается следующий цикл работы устройства.

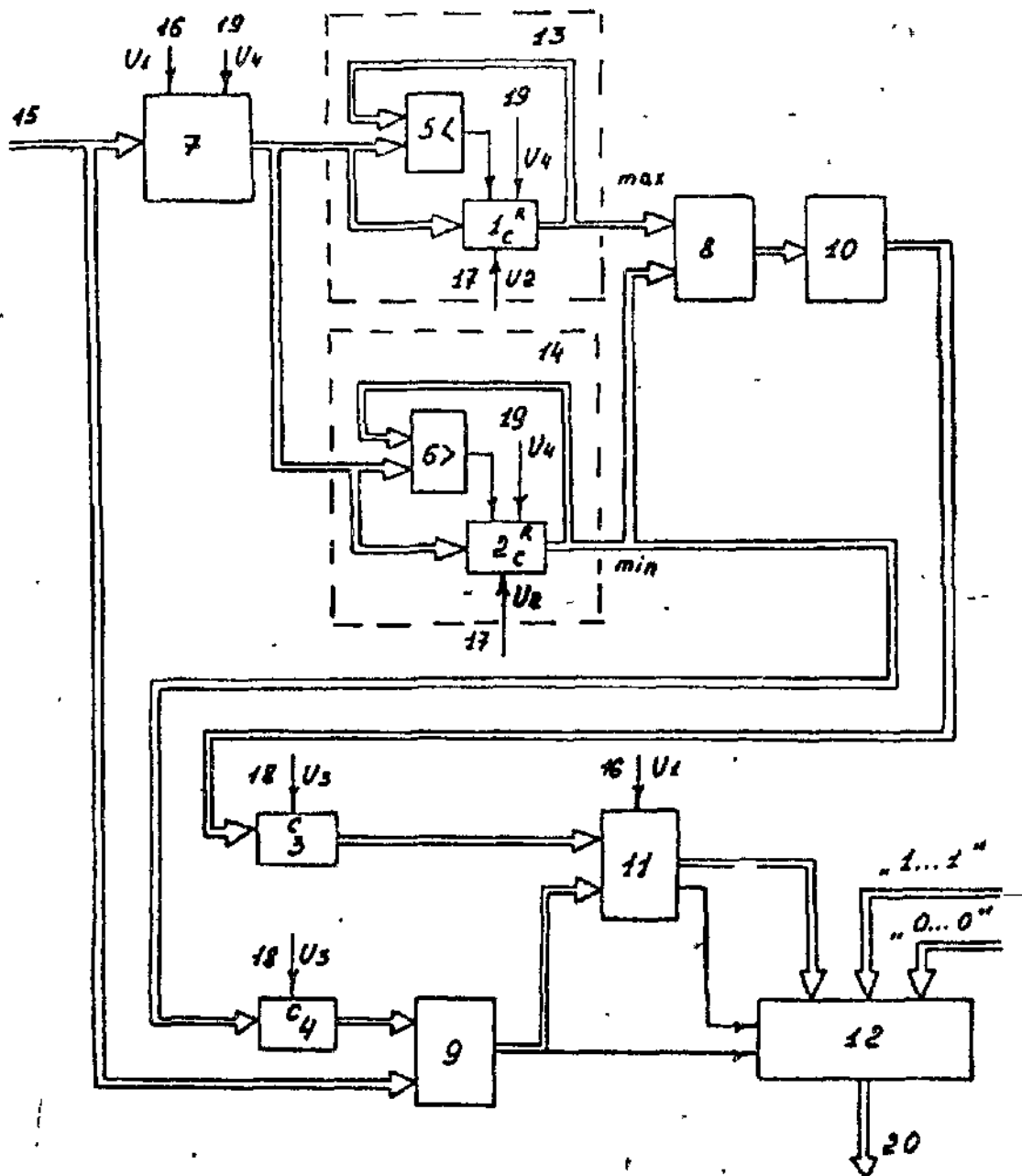
Параллельно-конвейерная организация вычислений в устройстве дает возможность осуществить нормировку текущего кадра телевизионного изображения в реальном масштабе времени.

Формула изобретения

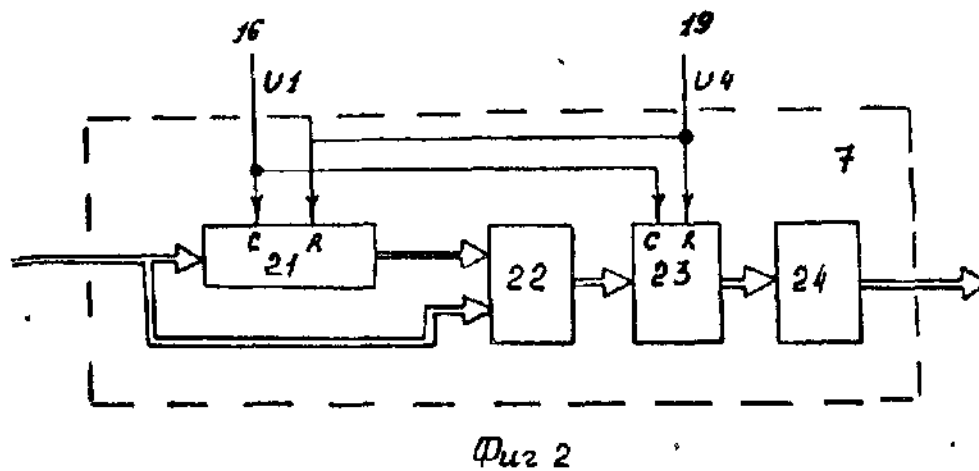
Устройство для коррекции изображений объектов, содержащее четыре регистра, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей путем обеспечения выделения мало-размерных тонкоструктурных объектов, в него введены первый и второй компараторы, блок сглаживания, первый и второй вычитатели, элемент памяти, умножитель и мультиплексор, вход блока сглаживания объединен с первым входом первого вычитателя и является информационным входом устройства, выход блока сглаживания соединен с информационными входами первого и второго регистров и с первыми информационными входами первого и второго компараторов, вторые информационные входы которых подключены к выходам соответственно первого и второго регист-

ров и объединены соответственно с первым и вторым информационными входами второго вычитателя, выход которого соединен с входом элемента памяти, входы "Разрешение записи" первого и второго регистров подключены к выходам соответственно первого и второго компараторов, выходы элемента памяти и второго регистра соединены с входами соответственно третьего и четвертого регистров, выходы которых соединены соответственно с первым информационным входом умножителя и вторым информационным входом первого вычитателя, информационный выход которого подключен ко второму информационному входу умножителя, выход которого соединен с первым информационным входом мультиплексора, второй и третий информационные входы которого являются входами устройства, выход "Переполнение" умножителя соединен с первым управляющим входом мультиплексора, второй управляющий вход которого подключен к знаковому выходу вычитателя, выход мультиплексора является выходом устройства, входы "Синхронизация" блока сглаживания и умножителя объединены и являются первым синхронизирующим входом устройства, входы "Синхронизация" первого и второго регистров объединены и являются вторым синхронизирующим входом устройства, входы "Синхронизация" третьего и четвертого регистров объединены и являются третьим синхронизирующим входом устройства, входы "Сброс" первого и второго регистров и блока сглаживания объединены и являются входом "Сброс" устройства.

2. Устройство по п. 1 отличающееся тем, что блок сглаживания содержит группу сдвиговых регистров, вычитатель, накапливающий сумматор и делитель, информационный вход группы сдвиговых регистров и первый информационный вход вычитателя объединены и являются информационным входом блока, выход группы сдвиговых регистров соединен с вторым информационным входом вычитателя, выход которого соединен с входом накапливающего сумматора, выход которого соединен с входом делителя, выход которого является выходом блока, вход "Синхронизация" группы сдвиговых регистров и накапливающего сумматора объединены и являются вторым "Синхронизация" блока, входы "Сброс" группы сдвиговых регистров и накапливающего сумматора объединены и являются входом "Сброс" блока



Фиг. 1.



Редактор М. Янкович	Составитель И. Голенищев Техред М. Моргентал	Корректор Т. Малец
---------------------	---	--------------------

Заказ 343	Тираж	Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5		

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101