

逆母子分散比와 톱-다운 方法을 利用한 物體抽出

(The Object Extraction by the Inverse-Mother-Son
-Variance Ratio and the Top-down Method)

韓 洙 鎔*, 崔 聖 鎭**, 金 春 吉***

(Soo Yong Han, Seong Jhin Choi, and Choon Gil Kim)

要 約

本 論文에서는 入力映像에 대한 低解像度 映像들로 構成된 피라미트構造를 利用하여 映像을 分割하는 方法을 提案하였다.

피라미트構造에서 最適 物體畫素를 檢出하기 위하여 提案된 逆母子分散比 알고리즘에 의해 두 領域(한 畫素와 그의 母畫素)이 한 領域으로 간주될 수 있는지 또는 각각의 領域으로 고려될 것인지 比較 分析되어 진다. 이 方法에 의해 피라미트의 임의 레벨에서 最適 物體畫素가 檢出되어지면, 이 畫素를 正確히 表現하기 위하여 畫素가 檢出된 레벨보다 高解像度인 레벨로 檢出된 最適 物體畫素를 投射하고 處理하는 方法이 要求된다. 이를 위해 톱-다운 追跡 알고리즘을 提案하였고 이를 利用하여 映像을 分割하였다.

시뮬레이션을 통하여 2值 映像이나 濃淡映像 모두에서 提案된 두 가지 方法의 結果를 分析하였고, 그 結果 피라미트構造에 基礎를 둔 接析方法이 映像分割에 대한 有用한 特性을 가지고 있음을 알 수 있었다.

本 論文에서 接案된 알고리즘이 並列處理機에서 處理된다면 提案된 各 알고리즘이 要求하는 計算量은 $n \times n$ 映像에 대하여 $O(\log n)$ 의 節次가 要求된다.

Abstract

In this paper, the method of image segmentation based on a pyramid of reduced resolution versions of the input image is presented.

In a pyramid structure, two regions (a given pixel and its mother pixels) are compared by the proposed inverse-mother-son variance ratio (IMSVR) method for the detection of an optimal object pixel and are determined whether they are similar enough to be viewed as one region or disparate to be viewed as distinct regions. By the proposed method, an optimal object pixel has been detected at some level, it is necessary to retrieve its boundary precisely. Moving down the pyramid to levels of higher resolution is required. In this paper, the top-down pyramid traversing algorithm for an image segmentation using a pyramid structure is presented.

Using the computer simulation, the results by the proposed statistical method and object traversing method are investigated for the binary image and the real image. At the results of computer simulation, the proposed method of image segmentation based on a pyramid structure seem to have useful properties and deserve consideration as a possible alternative to existing methods of image segmentation.

The computation for the proposed method is required $O(\log n)$, for an $n \times n$ input image.

*正會員, 光云大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Kwangwun Univ.)

**正會員, 仁德專門大學 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Induk Junior College.)

***正會員, 韓國科學技術大學 電氣電子科
(Dept. of Electrical Elec. Eng., KIT)

接受日字: 1991年 1月 23日

I. 序 論

本 論文은 映像處理의 한 分野인 物體抽出 즉, 映像分割(image segmentation)에 관한 研究이다.

映像解析(image analysis)에서 가장 基本이 되는 處理過程중 하나는 映像에서의 特徵抽出(feature extraction)이다. 이 特徵抽出 方法의 하나인 映像分割은 映像을 갖는 領域들로 區分해내는 過程을 意味하는데 映像認識(image recognition), 映像理解(image understanding) 등에서 必須의인 前處理 過程이다.¹⁾

映像을 分割하는 方法은 境界(boundary)를 抽出하는 方法과 領域成長(region growing) 方法으로 大別되는데 이들 方法의 細部的인 方法에는 境界抽出(edge extraction), 臨界處理(thresholding), 領域成長(region growing), 分離-統合(split-merge), 弛緩(relaxation) 方法 등이 있다.^{2,3)}

境界抽出을 利用한 方法은 映像에서 畫素들의 局部的인(local) 特性을 利用하는 境界演算子(edge operator)에 의해 抽出된 境界를 利用하는 方法으로서 境界演算子들의 雜音에 대한 敏感성과 얼어진 境界의 不連續性 때문에 실제로 利用함에 있어서 많은 問題點이 있다.⁴⁾ 臨界處理를 利用하는 方法은 히스토그램(histogram) 등 映像의 全域的인(global) 特性을 使用하는 方法으로서, 얼어진 結果가 安定되며 分割된 領域에서 그 境界의 끊어짐이 없어서 領域의 形態, 크기, 相對的인 位置등을 解析할 수 있다. 그러나 이 方法에서의 가장 큰 問題點은 히스토그램과 같은 映像의 全域的인 特性만을 使用하기 때문에 照明에 따른 映像의 밝기 變化 또는 臨界值(threshold value)의 選擇에 따라서 잘못된 領域들이 抽出된다는 點이다.⁵⁾ 領域成長과 分離-統合 등의 方法은 臨界處理 方法과는 달리 映像의 局部的인 特性의 類似性을 利用하여 映像을 分割하는 方法으로서 比較의 正確한 結果를 얻을 수 있는 長點이 있으나, 나누어지는 領域의 갯수를 미리 정해 주어야 할 뿐만 아니라 領域들을 합하고 나누는데 必要한 臨界值를 정해 주어야 하며 따라서 이들 값이 變함에 따라 얼어지는 結果가 잘못되는 短點이 있다.^{7,8)} 마지막으로 弛緩(relaxation) 方法은 統計學的인 決定(probabilistic decision) 方法을 映像에 反復的으로 適用함으로써 每瞬間의 決定을 바로 이전에 決定된 結果에 근거하여 調整해 나감으로써 映像을 分割하는 方法으로서 比較의 좋은 給果를 얻을 수 있다. 그러나 이 方法은 初期 確率값과 適合(compatibility) 계수를 정할때 物體와 背景의 面積比나 빛의 밝기차 등에 따라서 初期값을 정하는 方法을 다르게 適用하여야 하며 또한

一般的으로 計算時間과 메모리가 많이 必要하게 되는 短點이 있다. 이상의 映像分割 方法들에서 映像의 全域的인 特性만을 考慮하는 境遇에는 映像의 背景과 物體 또는 物體와 物體가 완전히 分離되지 못한 잘못된 分割 結果를 얻게되는 問題點이 있으며, 이와 반대로 映像의 局部的인 特性만을 考慮하는 경우에는 各 局部的인 領域에서 잘못 分割되는 結果를 얻게 되어 불확와 現狀이 發生한다. 또한 局部的 特性이나 全域的 特性을 考慮하는 경우 모두다 人力映像에 갖는 고정된 高解像度를 利用하기 때문에 $n \times n$ 解像도의 映像에 대해 적어도 $n \times n$ 의 計算量을 要求하므로 映像의 實時間 處理가 상당히 어렵다. 따라서 이러한 問題點을 除去하고 補償하기 위해서는 映像의 全域的인 特性和 局部的인 特性을 모두 고려하면서 計算量의 減少가 이루어져야 한다.

本 論文에서는 臨界處理 方法과 같이 既存의 映像分割 方法에서 全域的인 特性만을 考慮하는데서 發生되는 問題點을 補完하기 위하여 映像의 局部的인 特性을 考慮하였을 뿐만 아니라, 局部的인 情報만을 考慮 할 경우 發生하는 問題點을 補完하기 위해 全域的인 特性을 考慮할 수 있고 映像處理에서 要求되는 計算量을 減少시킬 수 있는 方法으로서 피라밋構造에서 母子分散比 알고리즘을 利用한 映像의 分割 方法에 대하여 提案하였다.

피라밋構造에 대한 研究은 映像에 存在하는 隣接 畫素間에 매우 높은 相關性이 있으므로 人力 映像에는 많은 重複性(redundancy)을 갖고 있다는 概念을 基礎로 既存方法에서 要求되는 計算量을 減少시키기 위하여 시작되었고, 다음과 같은 問題點들이 提起되었다.

1. 映像 데이터를 어떻게 減少시킬 것인가.
2. 데이터가 減少된 映像에서 物體를 確認하기 위해 必要로 되는 特性들이 保存되어질 수 있는가.
3. 縮小된 映像에서의 分析이 原映像에서의 分析만큼 正確度を 가질 수 있는가.

위의 問題點들을 解決하기 위하여 1971년에 Kelly는 人力映像의 解像도가 일정한 因數에 의해 減少하는 映像의 피라밋 데이터 構造를 映像分割 分野에 처음 使用하였다.¹⁰⁾ Kelly는 2레벨을 利用하였지만 1972년에 Uhr는 피라밋構造를 一般化하기 위하여 여러 레벨을 갖는 構造를 形成하였다.¹¹⁾ 그 후 1975년에 Tanimoto와 Pavlidis는 피라밋構造를 利用하여 境界檢출을 包含한 映像處理 分野의 基本的인 技術들을 調査하였다.¹²⁾ 특히 피라밋構造와 既存方式과의 計算量 比較를 위해 理論과 實驗을 통하여 要求되는 計算량이 既存方法 보다는 상당히 減少함을 立證하

였다.

Tanimoto와 Pavlidis의 論文을 基礎로 하여 1970年 代 後半에 이르러 피라미트構造를 利用하여 映像分割 및 處理를 시도하면서 既存方法의 問題點들을 解決하기 위한 研究가 Chen과 Pavlidis,^[13] Klinger와 Dyer,^[14] Hanson과 Riseman,^[15] Tanimoto,^[16] Uhr,^[17] Hall^[18] 및 Burt^[19]를 包含한 많은 研究가들에 의해 活潑히 進行되었다.

위의 方法들은 基底레벨에 있는 畫素들을 提案된 方式을 利用하여 피라미트를 形成하고 피라미트의 高레벨에서 臨界處理를 利用하여 縮小된 物體를 抽出하고 이를 피라미트 形成시 얻어진 結果에 따라 物體를 基底레벨에 投射하여 映像을 分割하였다. 따라서 이 方式을 버텀-업 形式이라 한다. 또한 이 때 發生되는 臨界處理의 問題點을 解決하기 위해 1986年에 Baugher^[20]의 연구를 시작으로하여 Kropatsch^[21], Meer^[22] 및 Triesman^[23]는 버텀-업 方法과는 逆方式인 톱-다운 方法을 利用하여 抽出된 物體를 다시 基底레벨을 향하여 레벨 단위로 投射하고, 投射된 物體를 調査하여 原映像내에 物體를 正確히 描寫하는 方法들을 研究하였다. 本 論文에서는 高 레벨에서의 臨界處理시 發生하는 問題를 統計的 方式에 의한 關心領域觀測量(interesting region measurement)을 利用하여 解決하였고, 人間이 物體를 認識하는 方法과 같은 形式인 톱-다운 方式을 利用하여 原映像내에 物體를 抽出할 수 있는 톱-다운 形式인 알고리즘을 提案하였다.

II. 適合의 測定 및 피라미트의 初期化

피라미트內에 있는 個個의 畫素에 대하여 適合의 測定은 映像領域이 適合되기를 원하는 平均 휘도값과 얼마 만큼 差異가 存在하는지를 알아보기 위하여 必要하다. 여기서 바람직한 統計는 式(1)과 같다

$$\sigma_k^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (1)$$

式(1)은 映像內에 주어진 領域에 대한 分散이다. 適合의 測定이 피라미트의 모든 畫素에 대하여 要求되고 式(1)이 式(2)와 같이 表現될 수 있으므로 各 畫素에서 必要한 2가지 값은 式(2)에서와 같이 휘도값의 제곱의 平均(\bar{x}^2) 및 平均의 제곱(\bar{x}^2) 이다.

$$\sigma_k^2 = \bar{x}^2 - \bar{x}^2 \quad (2)$$

즉, 피라미트의 各 畫素에 대하여 x^2 와 \bar{x}^2 값을 구함으로써 分散은 쉽게 計算되어질 수 있다.

그림1은 피라미트 레벨간의 1次元的 關係를 보여주는 것으로서 피라미트內의 모든 畫素는 4개의 母畫素와 16개의 子畫素를 갖는다. 그림2는 피라미트의 2次元的 表現으로서 16개의 子畫素중 한 畫素에 대하여 직접적 母畫素가 存在하고, 16개의 子畫素 中에서 중앙 4개의 子畫素가 母畫素에 대한 中心畫素가 된다. 즉, 그림에서 ①의 작은 四角形은 k레벨에 存在하는 畫素들이고 ②와 같은 크기의 4개의 큰 四角形은 k+1레벨에 存在하는 母畫素들이 支配하는 k레벨상의 子畫素들을 보여준다. 빗금친 部分은 두꺼운 선으로 그려진 領域에 대한 k+1레벨상의 母畫素가 支配하는 中心畫素들이고, 특히 ③의 點의 畫素는 이 母畫素에 대한 中心畫素이고 다른 3개의 ②와 같은 큰 四角形은 이 子畫素에 대한 間接的인 母畫素가 된다.

피라미트의 各 레벨은 局部的인 座標시스템으로 이루어진다. 例를 들어, 피라미트의 基底레벨이 256×256 畫素를 갖는다면, 피라미트 0레벨에서 x와 y座標는 0-255 範圍이고, 1레벨에서는 0-127 範圍이다. 그러므로 피라미트의 k레벨에서 局部座標(x, y)에 있는 畫

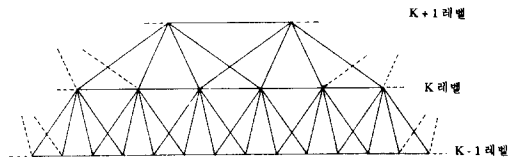


그림 1. 레벨간의 1次元的 關係
Fig. 1. 1-dimensional relation between levels.

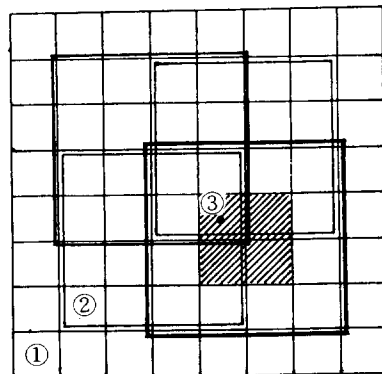


그림 2. 피라미트의 2次元的 表現
Fig. 2. 2-dimensional representation of pyramid.

素는 畫素(x, y, k)로 表現된다. 이것은 피라밋 內의 모든 畫素를 確認할 수 있는 唯一한 方法이다.

피라밋은 단지 中心畫素들을 利用하여 初期化되어 지고, 피라밋을 初期化하기 위해 各 畫素에 대하여 다음 값들이 計算되고 저장된다.

1) 畫素에 의해 表現되는 映像內의 領域의 平均 휘도값을 計算한다.

이것은 式(3)으로 부터 求解진다.

$$G_k(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 G_{k-1}(x+i, y+j) \quad (3)$$

여기서, $G_k(x, y)$ 는 k레벨에 있는 座標(x, y)에서의 畫素의 휘도값을 表示한다.

2) 畫素에 의해 表現되는 映像內의 領域의 分散을 計算한다. 分散을 計算하여 貯藏하는 대신에 위에서와 같이 各 畫素에 대해 x^2 를 計算하고 貯藏한다. 이것은 式(4)로 부터 求解진다.

$$\sigma_k^2(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 G_{k-1}^2(x+i, y+j) - G_k^2(x, y) \quad (4)$$

여기서, $\sigma_k^2(x, y)$ 는 k레벨에 있는 座標(x, y)에서의 畫素의 分散을 表示한다.

3) 畫素에 의해 表現되는 映像內의 領域의 面積을 計算한다. 이것은 式(5)로 부터 求解진다.

$$A_k(x, y) = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 A_{k-1}(x+i, y+j) \quad (5)$$

여기서, $A_k(x, y)$ 는 k레벨에 있는 座標(x, y)에서의 畫素가 나타내는 面積을 意味하며 基底레벨에서의 모든 畫素의 面積은 1로 한다.

위에 言及한 式(3)-(5)를 利用하여 피라밋 初期化 알고리즘을 작성한다.

Ⅲ. 最適 物體畫素를 檢出하기 위한 方法

s_1^2 및 s_2^2 을 任意 分布를 갖는 母集團(population)으로 부터 2個 標本의 分散이라 하자. 만약 標本(sample)들의 크기가 충분히 크다면 s_1^2 과 s_2^2 의 率은 1에 接析할 것이다.

거의 一定한 휘도값을 갖는 背景상에 거의 一定한 휘도값을 갖는 둥근 작은 物體(blob)를 考慮해 보자. 이 物體에 完全히 內包된 領域에 존재하는 畫素는 比較的 작은 分散을 가질 것이다. 만약 領域의 一部分이 物體 밖에 存在할 정도로 충분히 큰 領域상에 이 畫素의 母畫素가 存在한다면 母畫素는 比較的 큰 分散을 가질 것이다.

1. 母子分散比(s^2/s_s^2)를 利用한 檢出方法

映像에서 關心領域(interesting region)을 檢出할 때 수행되는 기술은 畫素들이 表現하는 領域들이 映像에서 주어진 物體內에 계속적으로 完全히 包含되어 있음을 意味하는 純粹畫素(pure pixel)들을 찾는 것이다. 이 技術을 위한 좋은 檢出 統計는 s_m^2/s_s^2 이다. 여기서 s^2 은 領域의 分散이다. 一般적으로 畫素와 그의 母畫素들이 주어진 같은 物體內에 存在한다면 이 統計는 충분히 큰 領域들에 대하여 낮은 값 즉, 1에 가까운 값을 가질 것이다. 그러나 주어진 領域의 畫素가 完全히 物體內에 包含되는 반면에 그의 母畫素들이 物體領域과 背景領域의 一部分에 存在하는 경우, 母畫素의 分散은 子畫素의 分散보다 實質적으로 더 클 것이다. 그러므로 s_m^2/s_s^2 率은 이와같이 畫素들에 대하여 最大値를 이룰 것이다. 피라밋의 레벨이 基底레벨보다 높은 레벨(>0)인 경우 各 畫素에 대해 이 값을 計算하는 것이 比較的 좋은 檢出 測定 方法이 된다.

統計 s_m^2/s_s^2 는 한 物體內에 存在하는 가장 完全한 블럭領域(maximal block region)들을 찾는데 특히 適合하다. 또한 이것은 피라밋內의 많은 畫素들은 無視하도록 한다. 例를 들어, 母畫素와 그의 子畫素들 중 한 畫素가 같은 物體의 內部에 存在하는 領域상에 있다면 檢出統計는 1에 接析될 것이고 子畫素는 無視될 수 있다. 이러한 理由는 한 畫素가 擴張되어서 物體로 復歸된다면 母畫素가 物體領域內에 계속적으로 完全히 包含되어 있고 子畫素보다 物體領域의 더 큰 部分에 存在하기 때문에 母畫素를 選擇하는 것이 나은 方式이 된다.

위에서 言及된 檢出方法은 映像에서 物體의 가장 完全한 블럭을 찾는다는 事實로 부터 問題를 發生시킨다. 즉, 주어진 物體에서 檢出되는 가장 完全한 블럭들의 數가 상당히 적은 傾向이 있고, 더우기 가장 完全한 블럭畫素들 중의 하나가 描寫(delineation)되어질 때 이 畫素들 중 많은 것이 피라밋의 基底레벨에서 檢出되기 때문에 物體의 一部分만이 回復되어질 것이다.

2. 逆母子分散比(s_s^2/s_m^2)를 利用한 檢出方法

代案 方法은 그들 母畫素와 比較할 때 매우 많이 雜音을 內包하는 畫素 즉, 큰 分散을 갖는 畫素들을 檢出하는 것이다. 이 畫素들의 大部分은 物體에 속하지만 약간은 背景에 存在하는 가장 작은 領域(smallest region)을 갖는 畫素로 간주될 수 있다. 만약 Ⅲ.1方法이 가장 純粹한 畫素(purest pixel)를 調査하는 것이라면, 이 方法은 가장 汚染된 畫素(pollutes

st pixel)들을 調査하는 것으로 생각할 수 있다. 이 檢出基準을 위해 s_s^2/s_m^2 統計가 利用된다. 여기서 s^2 는 分散이다.

이 檢出基準의 使用 잇점은 物體畫素들이 피라밋의 高레벨에서 檢出된다는 것이다. 이 意味는 考慮해야될 畫素들의 數가 더욱 적다는 것이다. 또한 物體畫素들이 高레벨에서 檢出되기 때문에 이 畫素들 중 하나를 擴張할 때 完전한 物體領域이 回復될 수 있다는 것이다. 考慮되어질 檢出된 物體畫素들의 數는 주어진 이웃에 대해 가장 강력한 그런 畫素를 찾 으므로서 더욱 더 減少될 수 있다. 그러므로 본 論文에서는 逆母子分散比를 利用하여 最適 母畫素를 檢出한다.

어떤 檢出基準이 使用되든 상관없이 統計값은 모든 母畫素들에서 수행되는 값을 最小로 한다.

檢出方法은 다음에 주어지는 알고리즘 1과 같다.

DETECTION ALGORITHM

for each pixel(x,y,k) of the pyramid from the bottom up:

```
[ 1 ] pixel(x, y, k). det_stat=655356.0
begin
  if (z>0)
  begin
    if (detection_method=1)
    begin
      for (all fathers (i, j) of pixel(x, y, k))
      if (pixel(x, y, k). det_stat >
          stat1 (pixel(x, y, k), father(i, j)))
          pixel(x, y, k). det_stat =
          stat1 (pixel(x, y, k), father(i, j))
    end
  end
  if (detection_method=2)
  begin
    for (all fathers (i, j) of pixel(x, y, k))
    if (pixel(x, y, k). det_stat >
        stat2 (pixel(x, y, k), father(i, j)))
        pixel(x, y, k). det_stat =
        state2 (pixel(x, y, k), father(i, j))
    end
  end
end
```

알고리즘 1. 統計的 方法에 의한 最適 物體畫素의 檢出方法

Algorithm 1. Detection algorithm of an optimal object pixel by the proposed statistical method.

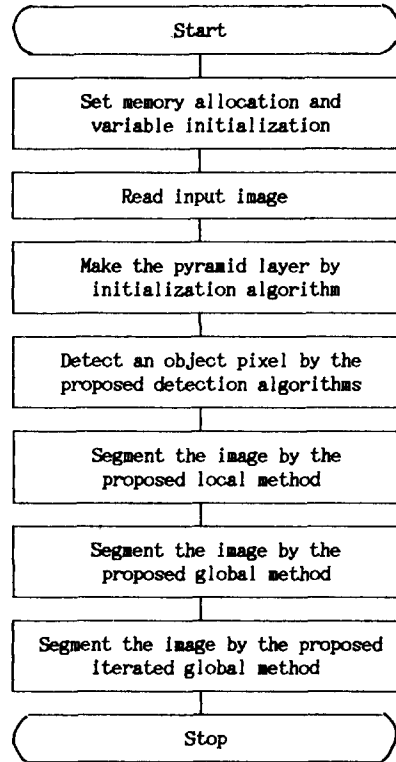


그림 3. 本 論文에서 提案된 알고리즘의 수형도

Fig. 3. Flowchart by the proposed algorithm in this paper.

IV. 톱-다운 方法에 의한 映像分割

피라밋構造가 境界 描寫를 위해 使用된다면 境界 描寫 위해 관련된 計算上의 努力이 상당히 減少된다. 物體畫素가 檢出된 레벨보다 한 段階 밀레벨로 檢出된 物體를 投射한다. 즉, 物體畫素가 k레벨에서 檢出되었다면 k레벨상의 物體畫素를 k-1레벨로 投射한다. k-1레벨에서 物體領域의 内部에 存在하는 畫素들은 物體部分으로 레이블되고 그 레벨에서의 나머지 畫素들은 背景部分으로 레이블된다. 그리고 物體領域에 대한 平均 휘도값은 피라밋의 初期化 過程에서 이미 計算되었으므로 여기서는 背景에 대한 平均 휘도값만 計算한다. 背景과 物體의 境界上에 있는 畫素들은 物體 平均값이나 背景 平均값에 가장 가까운 領域에 속하는 것으로 再레이블하고 나서 物體領域과 背景領域에 대한 平均을 다시 計算한다. 위의 알고리즘을 k레벨이 피라밋의 基底레벨에 到達할 때 까지 k-2레벨, k-3레벨, ...에 대하여 反復한다.

이 방식의 效率性은 物體境界에 대한 最初의 評價

가 매우 不正確하다는 事實에 기인한다. 이 경우에 最初의 評價에서 發生되는 많은 誤差를 수정하기 위하여 連續적인 피라밋의 底레벨에서는 物體境界에 대한 評價와 實際적인 物體境界 사이의 差異가 減少되기 때문에 적은 處理段階가 要求된다.

1. 映像分割 알고리즘

本 方法은 피라밋을 통해 母畫素에서 子畫素로 輝도값이 傳達된다. 本 方法에서는 k레벨에서 物體畫素를 選擇하고 그의 初期화된 輝도값을 物體 輝도값인 objectvalue에 指定함으로써 物體領域에 대한 平均 輝도값을 구한다. 背景 輝도값인 backvalue는 같은 母畫素를 갖는 物體畫素의 형제들의 平均 輝도값이 된다. $i < k$ 레벨상의 畫素는 그 자신이 初期화된 輝도값과 가장 가까운(closest) 輝도값을 갖는 母畫素를 選擇하고 이 母畫素와 링크된다. 이때 이 畫素는 링크된 母畫素의 레이블과 輝도값을 취한다. 이 作業은 피라밋의 모든 레벨 즉, $k-1, k-2$ 레벨 등에서 反復 수행되어진다.

提案된 本 方法은 物體畫素를 피라밋의 底레벨을 통해 傳達되는 모델(model)로서 간주될 수 있다. 또한 物體畫素의 형제들은 피라밋을 통해 傳達되는 背景領域의 모델로서 利用된다. 피라밋의 畫素들이 모델로서 使用되는 이러한 概念은 Hartley²⁴⁾에 의해 研究되어었다.

實質적으로, 物體 및 背景모델은 같은 領域에 存在하지 않는 畫素들에 의해 종종 汚染(pollute)된다. 이것은 初期化 過程 동안은 어떠한 除去도 發生하지 않는 간단한 方式에 의해 初期化 되었기 때문이다. 톱-다운 描寫 處理過程은 物體 및 背景모델을 形成하기 위해 이러한 初期화된 값을 利用한다. 모델의 質은 母畫素들이 그들 자신의 輝도값을 計算하기 위하여 그들과 링크된 子畫素들을 平均하는 反復處理에 의해 改善되어질 수 있다. 本 方法은 다음에 提示된 알고리즘 2에 의해 수행된다.

V. 시뮬레이션 結果

시뮬레이션을 통하여 本 論文에서 提案한 알고리즘들의 性能을 評價하기 위하여 VGA 카드가 內裝된 IBM-PC/AT 互換 機種 컴퓨터를 使用하였고, 使用 言語는 microsoft C version 6.0을 利用하였다.

實驗에 使用된 映像은 256×256 크기를 갖는다. 本 論文에 提示된 알고리즘을 다양하게 解析하기 위하여 그림4(a)는 物體와 背景이 2個인 映像이며, 그림 5(a)와 그림6(a)는 物體와 背景이 256개의 輝도값을 갖

IMAGE SEGMENTATION METHOD

```
[ 1 ] Initialize the pyramid by block averaging at every level.
[ 2 ] Pick a pixel  $(x_0, y_0, k_0)$  to delineate by the top-down method.
[ 3 ] Set backarea=backvalue=0
      At every pixel  $(x, y, k)$  of the pyramid from the top level:
      begin
      If  $(\text{pixel}(x, y, k) = \text{pixel}(x_0, y_0, k_0))$ 
[ 4 ] then label pixel  $(x, y, k)$  as an object pixel
[ 5 ] and set objectvalue=graylevel(pixel  $(x_0, y_0, k_0)$ ).
      If  $(\text{pixel}(x, y, k) \neq \text{brother}(\text{pixel}(x_0, y_0, k_0)))$ 
[ 6 ] then label pixel  $(x, y, k)$  as a background pixel
[ 7 ] and set backvalue= $((\text{backvalue} * \text{backarea}) + (\text{area}(\text{pixel}(x, y, k)) * \text{graylevel}(\text{pixel}(x, y, k)))) / (\text{backarea} + \text{area}(\text{pixel}(x, y, k)))$ .
[ 8 ] and set backarea=backarea + area(pixel  $(x, y, k)$ ).
      If (has father(pixel  $(x, y, k)$ , object) or
         has father(pixel  $(x, y, k)$ , background))
         then if (closest father(pixel  $(x, y, k)$ )=object)
[ 9 ] then label pixel  $(x, y, k)$  as an object pixel.
[10 ] else label pixel  $(x, y, k)$  as a background pixel.
[11 ] and set pixel  $(x, y, k)$ . graylevel=
         graylevel(closest_father(pixel  $(x, y, k)$ )).
      end
```

알고리즘 2. 映像分割을 위한 톱-다운 方法
Algorithm 2. Top-down method for image segmentation.

는 濃淡映像이다. 이와 같은 映像에 本 論文에서 提示된 알고리즘1과 2를 利用하여 그림3의 方式으로 映像을 分割하였다.

그림4는 提案한 알고리즘을 說明하기 위해 比較的 單純한 形能의 物體를 包含하는 2值 映像에 適用하였을 때의 各 過程을 보인 것으로 그림4(a)의 人力映像에 대해서 그림4(b)-4(h)는 피라밋 初期化 方法에 의해 形成된 피라밋의 각 레벨에 대한 映像의 結果이다. 이 때 블럭의 크기는 4×4 를 使用하였으며 各 블럭들은 이웃 블럭과 50%씩 서로 重疊되게 하였다. 그림4(i)-4(o)는 알고리즘1에 提示된 2가지 方式중 逆母子分散比에 의해 얻어진 各 레벨의 結果 映像으로서 物體畫素들이 피라밋의 高레벨에서 檢出되어짐을 보여주며 그림4(o)에는 最適 母畫素가 決定되어짐을 알 수 있다. 그림4(p)-4(v)는 알고리즘1에 의해 2×2 映像에서 檢出된 最適 母畫素인 物體畫素에 대하여 提示된 알고리즘2를 適用하여 얻은 分割된 各 레벨의 映像들을 보여준다. 여기서 그림4(a)의 人力映像에 대해서 그림4(v)는 피라밋의 初期化 方法과 알고리즘1, 2를 適用하여 얻은 分割된 最終 結果

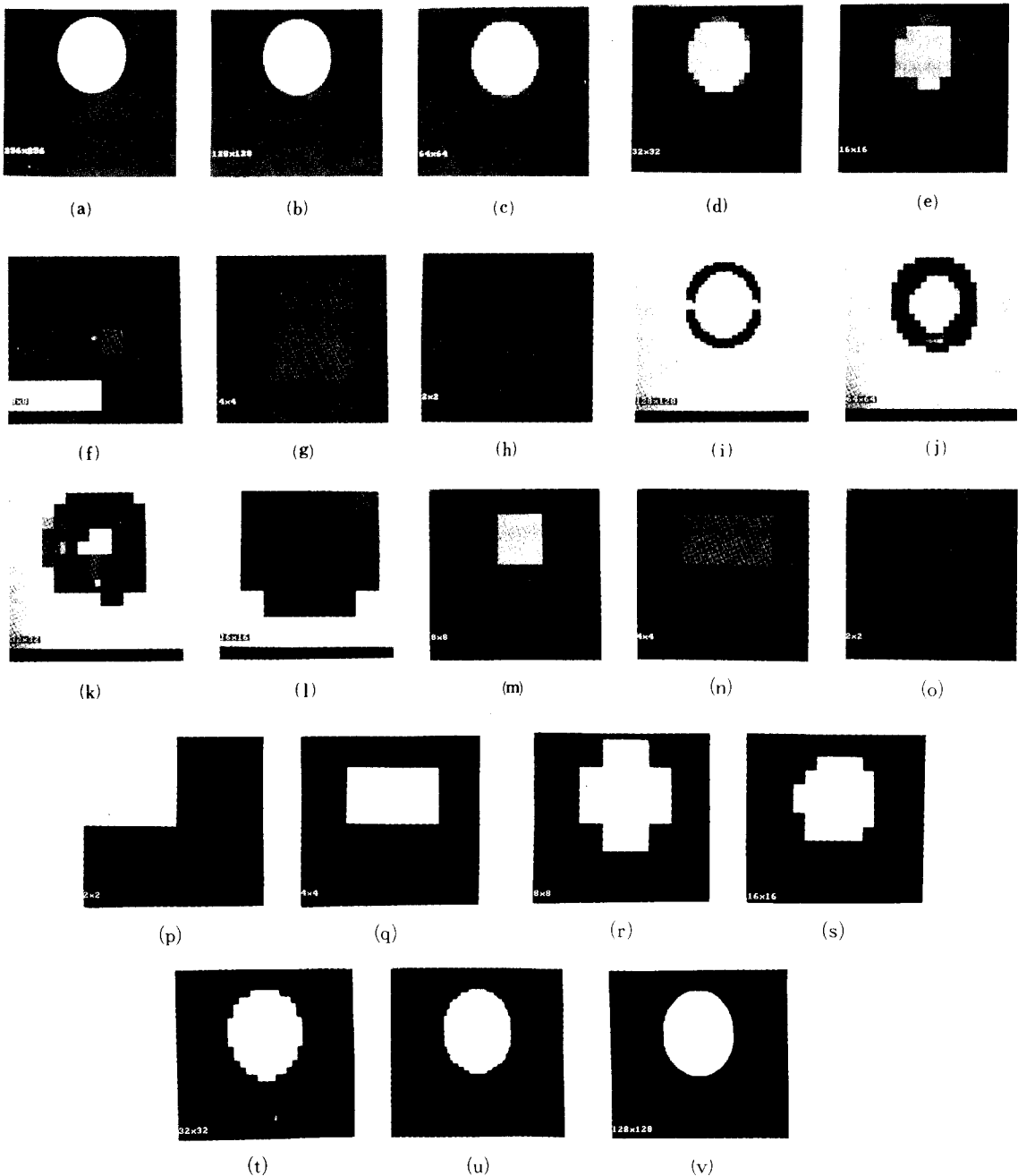


그림 4. 提案된 方法을 順次的으로 適用하였을 때의 結果

- (a) 人力映像 (b)-(h) 初期化된 피라밋
 (i)-(o) 逆母子分散比에 의한 結果
 (p)-(v) 톱-다운 方法에 의한 映像分割 結果

Fig. 4. The results of each step of the proposed method.
 (a) input image, (b)-(h) initialized pyramid,
 (i)-(o) the result by inverse mother son variance ratio,
 (p)-(v) the segmentation result by the top-down method.

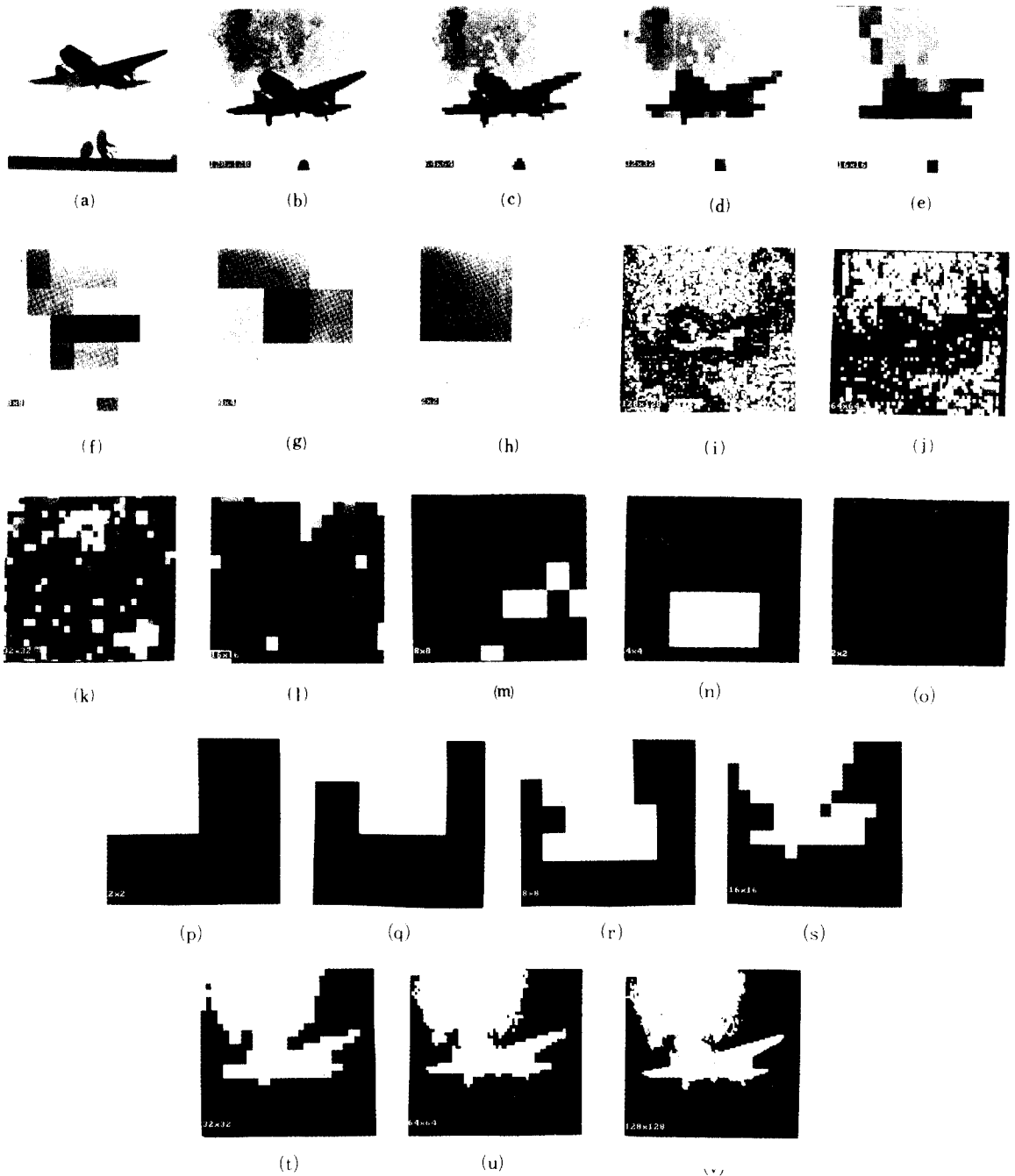


그림 5. 提案된 방법을 濃淡映像에 適用하였을 때의 結果

(a) 入力映像 (b)-(h) 初期화된 피라미트

(i)-(o) 逆母子分散비에 의한 結果

(p)-(v) 톱-다운 방법에 의한 映像分割 結果

Fig. 5. The results of each step of the proposed method.

(a) input image, (b)-(h) initialized pyramid,

(i)-(o) the result by inverse mother son variance ratio,

(p)-(v) the segmentation result by the top-down method.

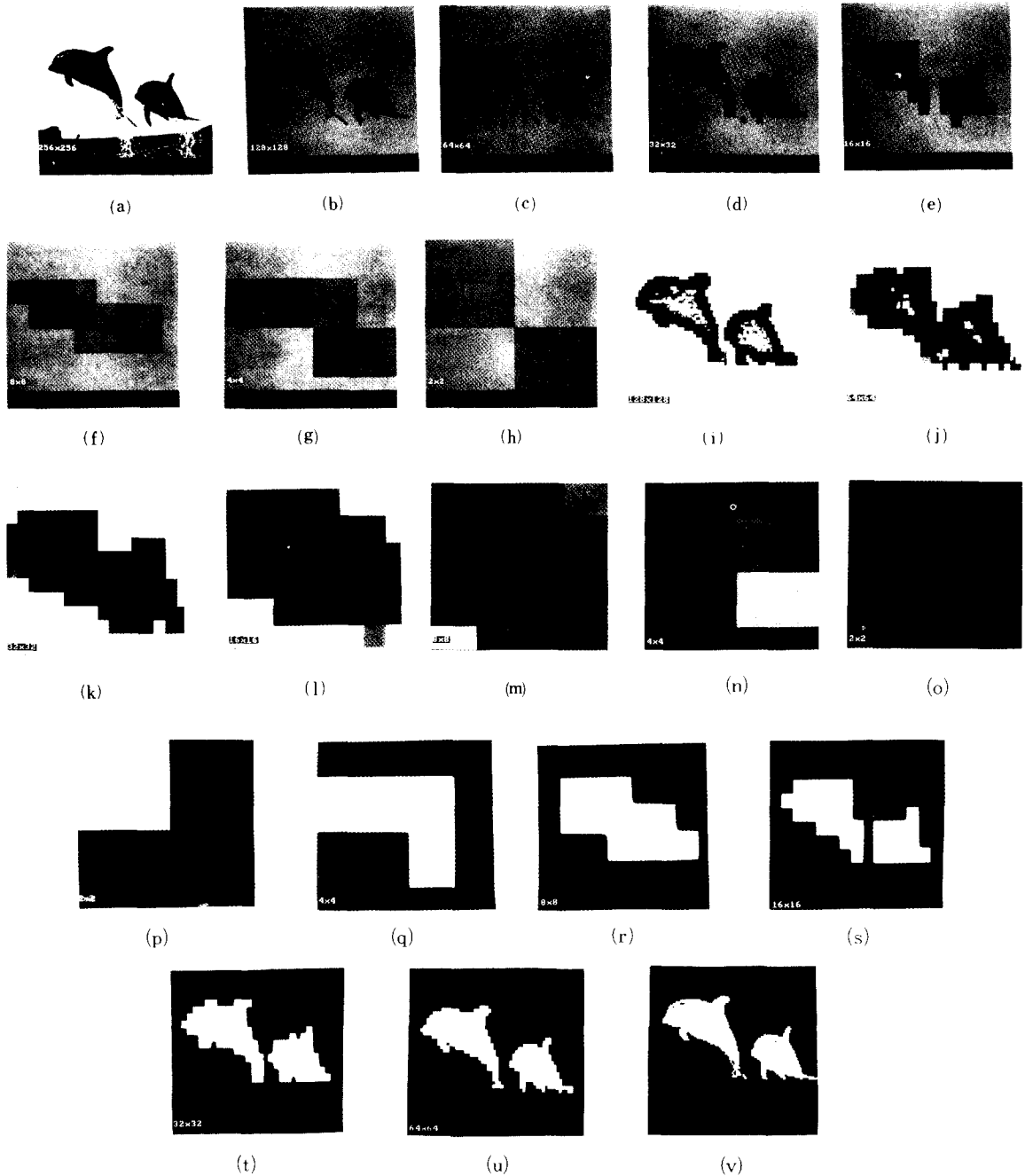


그림 6. 提案된 方法을 濃淡映像에 適用하였을 때의 結果

(a) 入力映像 (b)-(h) 初期化된 피라미트

(i)-(o) 逆母子分散비에 의한 結果

(p)-(v) 톱-다운 方法에 의한 映像分割 結果

Fig 6. The results of each step of the proposed method.

(a) input image, (b)-(h) initialized pyramid,

(i)-(o) the result by inverse mother son variance ratio.

(p)-(v) the segmentation result by the top-down method.

이다. 그림5와 6은 本 論文에서 提示한 알고리즘을 濃淡映像에 適用한 結果映像으로서 入力映像 그림 5 (a)와 그림6(a)에 대하여 最終적으로 얻은 分割된 結果를 그림5(v)와 그림6(v)에 보여준다.

제IV章에서 提示된 알고리즘들의 計算량을 評價하기 위해 入力映像의 次元이 256×256 이고, 피라미트構造는 連續的인 레벨 사이에서 2의 因數로 減少된다. 그러면 提案된 本 方法是 逆母子分散比의 任意 레벨에서 모든 處理가 竝列로 수행되기 때문에 알고리즘의 計算량은 $O(\log 256)$ 이 된다. 考慮되는 各 畫素에 대하여 最適 母畫素가 알고리즘1에 의해 決定되어지고 알고리즘2에 의해 레이블이 物體 또는 背景으로 指定되며 畫素의 휘도값이 更新(update)된다.

주어진 한 畫素(i, j, k)가 映像으로부터 物體 또는 關心대상 映像을 成功的으로 抽出할 때를 보다 簡單하게 決定해 본다. 거의 一定한 휘도값을 갖는 背景 映像에 거의 一定한 휘도값을 갖는 하나의 物體映像 이 둘러싸여 있는 映像이 있다고 假定하고 이 때 物體映像의 平均 휘도값은 u_0 , 背景映像의 平均 휘도값은 u_b 라 하자. 지금 s_s^2/s_m^2 檢出測定은 描寫過程을 수행하기 위해 가장 汚染된 畫素를 選擇한다. 擴張되어질 畫素(i, j, k)의 平均 휘도값을 $u_{i,j,k}$ 라 하고, 이 $u_{i,j,k}$ 는 雜音이 平均에 의해 模糊化 될 수 있도록 충분히 큰 領域을 表現하기 위해 피라미트에서 충분히 높은 레벨상에 存在한다고 하자. 그리고 描寫되어질 畫素의 平均값 $u_{i,j,k}$ 는 휘도값 u_0 와 u_b 사이에 存在한다. 本 論文에 提示된 描寫 알고리즘에서 背景은 같은 直接的인 母畫素를 갖는 畫素(i, j, k)의 형제畫素들의 平均 휘도값을 갖는다. 형제畫素들을 b_1, b_2, b_3 라 하고 이 때 平均 휘도값을 u_1, u_2, u_3 라 한다. 擴張되어질 畫素가 存在하는 레벨보다 낮은 레벨에 있는 畫素의 平均 휘도값은 피라미트의 高레벨상의 畫素보다 一般的으로 적게 汚染되어진다. $u_0 > u_b$ 라 假定하자. 만약 $u_{i,j,k} > (u_1 + u_2 + u_3)/3$ 라면 物體領域은 畫素(i, j, k)를 擴張함으로써 映像으로부터 成功的으로 抽出될 수 있다. 實際적으로 $u_{i,j,k}$ 와 $(u_1 + u_2 + u_3)/3$ 값이 얼마나 近接되어 있는지는 별 問題가 되지 않는다. 즉, $u_{i,j,k}$ 가 $(u_1 + u_2 + u_3)/3$ 보다 u_0 에 近接하기만 하면 物體는 거의 成功的으로 抽出되어진다.

要約하면, 物體領域은 피라미트내에 存在하는 여러 畫素들 중 任意 한 畫素를 擴張함으로써 映像내에서 成功的으로 抽出될 수 있다. 檢出測定 s_s^2/s_m^2 는 物體를 抽出하는데 必須의이 아닌 畫素들은 피라미트에서 除去하는데 效率의임을 알 수 있다. 이 檢出 測定은 擴張하는데 必要한 畫素의 數를 最小化하는데 도움을 준다. 또한 관련된 畫素들의 平均 휘도값이 주어

지면 피라미트에서 어떤 畫素를 擴張하여야 映像으로부터 바람직한 物體를 抽出할 수 있는지를 決定하는데 도움을 준다.

VI. 結 論

本 論文에서 提示된 알고리즘은 人間 視覺 모델로 使用될 수 있고, 주어진 映像에 관한 情報가 提供되어 있지 않는 映像을 認識할 수 있으며, 人間の 視覺 시스템이 映像을 認識하는 方法과 類似한 方式으로 映像을 分割할 수 있는 統計的 方式에 의한 物體檢出 및 描寫에 관한 方法을 提案했다.

物體檢出 알고리즘은 任意 畫素가 映像内の 物體에 存在할 수 있는 確率에 對應하는 關心觀測量을 피라미드내에 있는 모든 畫素에서 計算한다. 이를 위해 逆母子分散比(s_s^2/s_m^2) 檢出基準과 母子分散比(s_m^2/s_s^2) 檢出基準을 提案하였다. 또한 逆母子分散比 檢出基準이 物體畫素를 檢出하는데 母子分散比 檢出基準의 境遇보다 優秀함을 알 수 있었다. 提示된 方法을 利用하여 入力된 初期 映像에 대한 낮은 解像度 映像에서 物體畫素가 檢出되어지지만 이 物體畫素는 단지 一般的인 形態와 位置에 관한 情報만을 가지게 된다. 그러므로 檢出된 이 物體의 境界와 位置를 더욱 더 正確히 表現하기 위하여 物體에 관한 情報가 底解像度の 映像에서 高解像度 映像으로 傳達되게 하는 톱-다운 피라미트 追跡 알고리즘이 要求되고, 이를 위해 피라미트構造의 高解像度에서 物體를 描寫하기 위한 알고리즘들을 提案하였다.

컴퓨터 시뮬레이션 結果, 提案된 映像分割 方法이 2值 映像 뿐만 아니라 濃淡映像에서도 優秀한 結果를 얻어냈다.

本 論文에서 提案된 알고리즘들이 竝列處理 컴퓨터에서 使用되어지면 各 알고리즘들이 要求하는 計算량은 256×256 映像에 대하여 $O(\log 256)$ 의 誤차가 要求된다.

결국 本 論文에서는 臨界處理 方法과 같이 既存의 映像分割 方法에서 全域的인 特性만을 考慮하는데서 發生하는 問題點을 補完하기 위하여 映像의 局部的인 特性을 考慮하였을 뿐만 아니라, 局部的인 情報만을 考慮할 경우 發生하는 問題點을 補完하기 위해 全域的인 特性을 考慮할 수 있고 映像處理에서 要求되는 計算량을 減少시킬 수 있는 方法으로서 피라미트構造에 의한 物體檢出 및 描寫 알고리즘들을 利用한 映像의 分割方法에 대하여 提案하였다. 提案된 피라미트에 基礎를 둔 映像分割 接近方法이 映像의 分割에 대한 유용한 特性을 가지고 있음을 알 수 있었고, 提

案된 알고리즘이 映像分割에 效率的인 方法임을 立證하였다.

參 考 文 獻

- [1] D.H. Ballard and C.M. Brown, *Computer Vision*, Prentice-Hall, New Jersey, 1982.
- [2] R.M. Haralick, "Edge and region analysis for digital image processing," *Comput. Graphics Image Process.*, vol. CGIP-12, pp. 60-73, 1980.
- [3] A. Rosenfeld and A.C. Kak, *Digital Picture Processing*, vol. 2, Academic Press, 1982.
- [4] A. Rosenfeld (Ed.), *Multiresolution Image Processing and Analysis*, Pringer, Berlin, 1984.
- [5] W.A. Perkins, "Area segmentation of images using edge points," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. PAMI-2, pp. 8-15, 1980.
- [6] J.S. Weszka, "A survey of threshold selection techniques," *Comput. Graphics Image Process*, vol. CGIP-7, pp. 259-265, 1978.
- [7] R.H. Laprade, "Split-and merge segmentation of aerial photographs," *Comput. Graphics Image Process.*, vol. CGIP-44, pp. 77-86, 1988.
- [8] O. Monga, "An optimal region growing algorithm for image segmentation," *International Journal of Patt. Recon. Artif. Intell.*, vol. IJPRAI-1, pp. 351-375, 1987.
- [9] M. Pietikainen, A. Rosenfeld and I. Walter, "Split-and-link algorithms for image segmentation," *Pattern Recognition*, vol. PR-15, 1982.
- [10] M.D. Kelly, "Edge detection in pictures by computer using planning," in *Machine Intelligence*, vol. 6, Edinburgh Univ. Press, pp. 379-409, 1971.
- [11] L. Uhr, "Layered recognition cone networks that preprocess classify and decide," *IEEE Trans. Computer.*, vol. 21, pp. 758-768, 1972.
- [12] S.L. Tanimoto and T. Pavlidis, "A hierarchical data structure for picture processing," *Comput. Graphics Image Process.*, vol. CGIP-4, pp. 104-119, 1975.
- [13] P.C. Chen, T. Pavlidis, "Image segmentation as an estimation problems," *Comput. Graphics Image Process.*, vol. CGIP-4, pp. 104-119, 1975.
- [14] A. Klinger and C.R. Dyer, "Experiments on picture representation using regular decomposition," *Comput. Graphics Image Process.*, vol. CGIP-5, pp. 68-105, 1976.
- [15] A. Hanson and E. Riseman, "Segmentation of natural scenes," in *Computer Vision Systems*, A. Hanson(Eds.), Academic Press, New York, pp. 129-163, 1978.
- [16] S.L. Tanimoto, "Template matching in pyramids," *Comput. Graphics Image Process.*, vol. CGIP-16, pp. 356-369, 1981.
- [17] L. Uhr, "Recognition cones and some test results: The imminent arrival of well-structure parallel-serial computers, poitions and positions on positions," in *Computer Vision Systems*, s, Hanson(Eds.), Academic Press, pp. 363-368, 1978.
- [18] E. L. Hall, J. Rouge and R.Y. Wong, "Hierarchical search for image matching," *Proc. IEEE Conf. on decision and Control.*, pp. 791-796, 1976.
- [19] P.J. Burt, T.H. Hong and A. Rosenfeld, "Segmentation and estimation of image region properties through cooperative hirearchical computation," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybernetic.* vol. SMC-11, pp. 802-809, 1981.
- [20] S. Baugher and A. Rosenfeld, "Boundary localization in an image pyramid," *Pattern Recognition*, vol. PR-19, pp. 373-395, 1986.
- [21] W. Kropatshc, "Curve representations in multiple resolutions," *Proc. International Conference on Pattern Recognition*, pp. 1283-1285, 1986.
- [22] P. Meer, S. Baugher and A. Rosenfeld, "Hierarchical processing of multiscale planar curves," *Computer Science TR-1748*, Univ. Maryland, 1986.
- [23] A. Triesman, "Features and objects in visual processing," *Scientific American*, vol. 255, pp. 114-125, 1986.
- [24] R.L. Hartley, L.J. Kitchen, A. Rosenfeld, "A comparative study of segmentations for FLIR images," *IEEE Trans. Syst., Man, Sybern.*, vol. SMC-12, pp. 553-556, 1982.

著 者 · 紹 介



韓 洙 鎬 (正會員)

1960年 12月 12日生. 1984年 2月
 경북대학교 전자공학과 졸업.
 1986年 8月 광운대학교 대학원
 전자공학과(공학석사). 1988年 3
 月~현재 광운대학교 대학원 전
 자공학과 박사과정. 1991年 3月
 현재 마산간호보건전문대학 전자계산기과 전임강사.
 주관심분야는 영상처리, 컴퓨터 비전 및 영상통신 등
 임.



崔 聖 鎭 (正會員)

1960年 1月 1日生. 1982年 2月
 광운대학교 전자공학과 졸업.
 1984年 2月 광운대학교 대학원
 전자공학과(공학석사). 1991年 2
 月 광운대학교 대학원 전자공학
 과(공학박사). 1987年 3月~ 현
 재 인덕전문대학 전자과 조교수. 주관심분야는 영상
 처리, 컴퓨터 비전 및 영상통신 등임.



金 春 吉 (正會員) 현재 한국과학기술원 과학기
 술대학 전기전자과 교수