

## 第二章 鄰近車輛之危險動向偵測系統

雖然電腦在處理數據與邏輯運算方面的速度都比人類都要來的快速，但是在偵測 (detection) 與辨識 (recognition) 方面的能力卻遠不如人類。本論文希望能建構一套以視覺技術為基礎的鄰近車輛危險動向之偵測系統，此系統模擬人類視覺辨識過程中的三種分析器：感覺分析器 (sensory analyzer)、知覺分析器 (perceptual analyzer)、與概念分析器 (conceptual analyzer) [8, 9]。以下我們先對整個系統作一概述，之後再詳述各個分析器的功能。

### 2.1 系統架構

當外界影像進入鄰近車輛之危險動向偵測系統時，彷彿是外界刺激進入人類的視覺系統，這些刺激包括空間資訊 (spatial information) 與時間資訊 (temporal information)。這兩大類資訊會不斷的刺激分佈在短期記憶體 (short-term memory) 中的神經元。當刺激持續一段時間後，若短期記憶體中的神經元處於中、低激起狀態，則系統會持續等待下一刻的刺激；否則，若短期記憶體中的神經元處於高激起狀態，則會形成注意焦點 (focus of attention)。也就是說，當行車環境無太大變化時，並不會引起系統的注意。然而當行車環境中有較大且持續性的變化時，如：與前方車輛距離越來越近時，便會引起系統的注意，並產生注意焦點。在鄰近車輛之危險動向偵測系統中，注意焦點的位置極有可能就是車輛出現的位置。有關注意焦點的產生過程，我們將以—STA (spatial-temporal attention) 類神經網路來模擬，並產生注意力圖像 (attention maps)。由於不同的鄰近車輛之危險動向具有不同的注意焦點，因此我們便利用注意焦點的漸層位置與方向來作為所要擷取的特徵。

為了偵測到不同位置上具有危險性動向之鄰近車輛，先將 attention maps 分割成五個視窗，對於每個視窗分別求出其偏態 (skewness) 值，並輸入個別的 CART 類神經網路來作分類。由於各個 CART 類神經網路可能做出不同的分類結果，因此便需要利用 fuzzy decision making 來整合分類結果。圖 2-1 為本系統之流程圖。

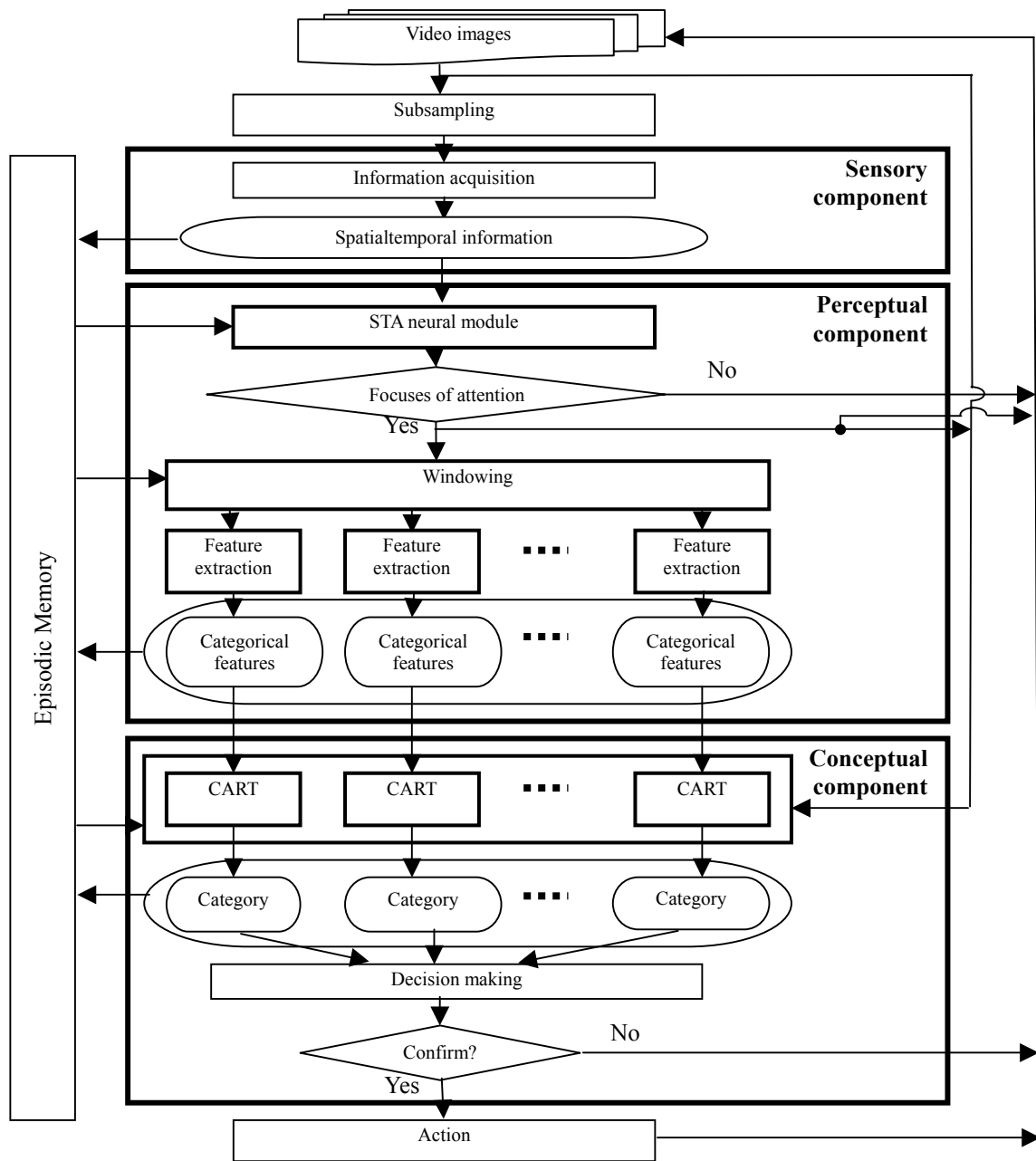


圖 2-1、高速公路上鄰近車輛之危險動向偵測系統之流程圖。

## 2.2 感覺分析器

圖 2-2 為感覺分析器的流程圖。設由架在車上的攝影機所拍得的彩色連續影像為  $S$ ，令  $I(t)$  表為  $S$  中的第  $t$  張輸入影像。系統首先將  $I(t)$  down-sample 成原來的四分之一的影像  $I'(t)$ ，這個步驟可以減少影像處理時間，同時也可以過濾掉部分雜訊。 $R'(t)$ 、 $G'(t)$ 、 $B'(t)$  分別表示影像  $I'(t)$  之紅、藍、綠三個色彩分量，即  $I'(t) = (R'(t), G'(t), B'(t))$ 。定義 low-color image， $L(t) = (R^l(t), G^l(t), B^l(t))$ ；high-color image， $H(t) = (R^h(t), G^h(t), B^h(t))$ 。假設  $R'(t)$ 、 $G'(t)$ 、 $B'(t)$  表影像  $I'(t)$  之紅、藍、綠三個色彩分量，即  $I'(t) = (R'(t), G'(t), B'(t))$ 。定義 low-color image， $L(t) = (R^l(t), G^l(t), B^l(t))$ ，其可以經由以下運算獲得。對於每一個像點  $(i, j)$ ， $(i, j) \in \mathbf{D}$ ，

$$R^l_{(i,j)}(t) = \min\{R'_{(i,j)}(t), R^l_{(i,j)}(t-1)\},$$

$$G^l_{(i,j)}(t) = \min\{G'_{(i,j)}(t), G^l_{(i,j)}(t-1)\},$$

$$B^l_{(i,j)}(t) = \min\{B'_{(i,j)}(t), B^l_{(i,j)}(t-1)\}。$$

同理，high-color image， $H(t) = (R^h(t), G^h(t), B^h(t))$ ，也可以經由以下運算獲得：

$$R^h_{(i,j)}(t) = \max\{R'_{(i,j)}(t), R^h_{(i,j)}(t-1)\},$$

$$G^h_{(i,j)}(t) = \max\{G'_{(i,j)}(t), G^h_{(i,j)}(t-1)\},$$

$$B^h_{(i,j)}(t) = \max\{B'_{(i,j)}(t), B^h_{(i,j)}(t-1)\}。$$

以  $h_{(i,j)}(t)$  表影像  $I'(t)$  之色度 (hue) 值。 $O_{(i,j)}(t)$  表示某一點之色度值隸屬於車尾燈的可能性，主要是利用車輛的紅色車尾燈做為判別車輛的依據。利用  $L(t)$  與  $H(t)$  可得到 spatial difference image  $D(t)$ 。求出  $D(t)$  之後，再利用時間差之  $D(t-1)$  與  $O(t)$  可計算出衍生影像(temporal difference images)  $D'(t)$ 。此時，一旦影像中有物體移動，便會在影像  $D'(t)$  中出現移動的路徑記錄。影像  $D'(t)$  因此保留了移動物體的空間和時間資訊。

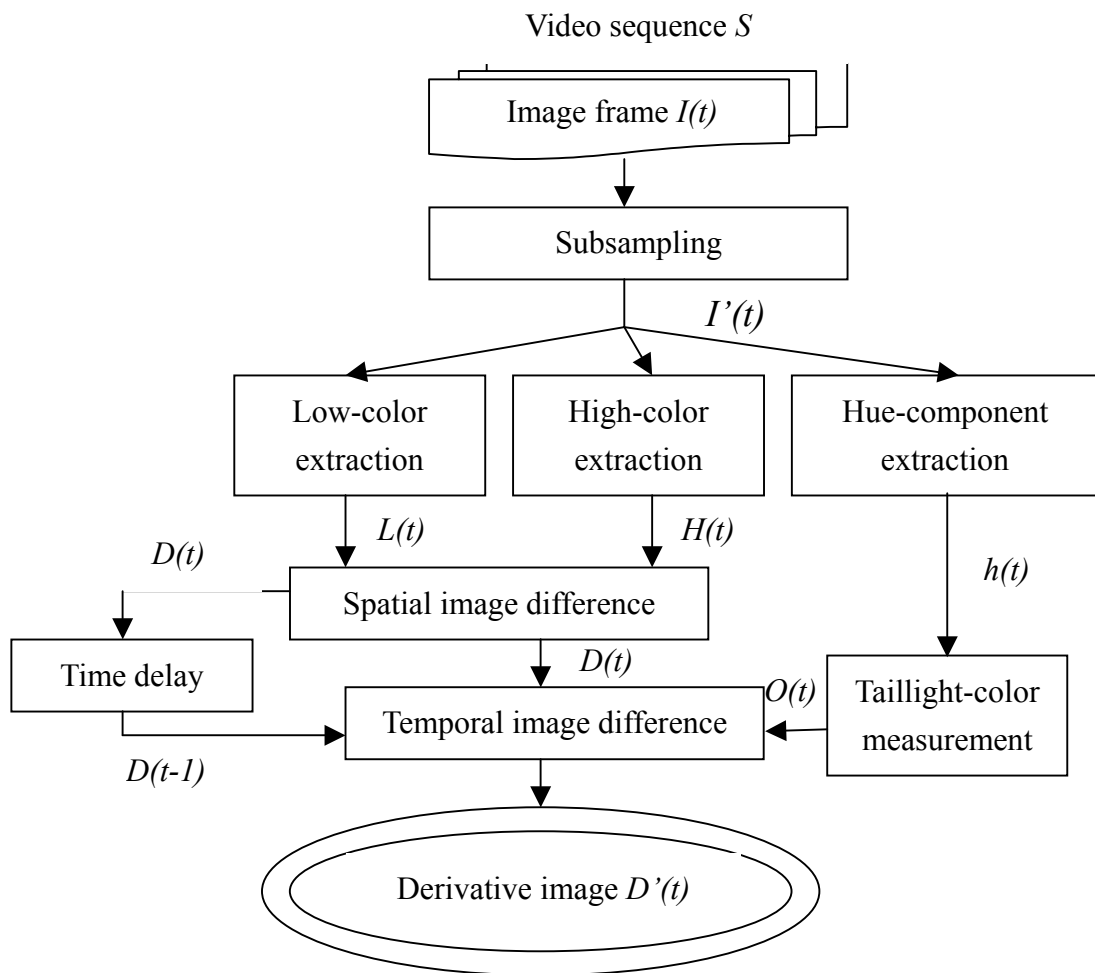


圖 2-2、感覺分析器的特徵擷取流程圖。

## 2.3 知覺分析器

由感覺分析器所得到時間上和空間上的資訊，將會傳送至知覺分析器中的 STA (spatial-temporal attention) 類神經網路，並產生注意力圖像 (attention maps)。注意力圖像中的注意焦點 (focus of attention) 具有漸層的效果，它能提供鄰近車輛的出現位置、大小與移動方向的訊息。為了能夠辨識到不同位置的鄰近車輛，我們將注意力圖像分割為五個視窗。之後分別在各個視窗中擷取出由偏態 (skewness) 值組成的類別特徵向量，作為 CART 類神經網路分類的依據。

## 2.4 概念分析器

由知覺分析器所得到的類別特徵向量，傳送至概念分析器中的 CART 類神經網路作分類。每個視窗中各有一個 CART 類神經網路來作分類，因此所作出的決定未必相同，因此便需要利用模糊整合將各個視窗的分類結果做一個整合。當模糊整合值夠高時，系統便會輸出整合結果，其中包括單一車輛與多部車輛所產生的危險動向。