

第六章

多種表情的生成

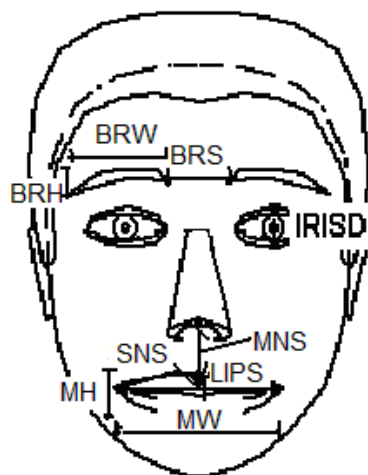
在前兩個章節中，我們已詳細說明運用網格變形及各種影像抽象化的演算法，來產生臉部的卡通肖像。本章將再引入 MPEG-4 中所訂定的臉部動畫參數 (Facial Animation Parameter, FAP)，將三維立體模型的動畫生成原理，同樣運用網格變形的基礎以及相關研究中所提出的臉部情緒合成設定檔 (Facial Expression Profiles)，在二維單張影像中合成具有各種不同情緒臉部卡通圖樣 (Emotional Caricatures)。

在二維影像中，表情的合成主要可以利用 NPR 及圖像變形技術來完成，然而在這些研究中，主要重點都放在合成的效果上，對於各類表情的構成仍缺乏有系統的分析資訊，而臉部動畫參數 (FAP) 在相關的研究中，則經常被運用在三維臉部立體模型中的臉部動畫合成，因此擁有許多的標記和特徵點間的對應研究 (對應關係及 FAP 參數見圖 6.1)，恰好可以提供我們在合成表情時個別臉部組件的變形依據。

同時，目前已存在有許多 3D 臉部動畫系統，且提供即時的互動介面，如 Responsive Face[34]或 Xface[35]等，這些三維立體模型在空間座標的資訊上，相較於二維的單張影像具有更多的特徵點和完整的組合元件細節，尤其在隱藏於內部的臉部特徵，如眼球、牙齒及舌頭等，因此變化成不同表情時，自由度較高，我們將參考這些三維系統的互動界面的設計思路，運用第四章中的變形技術，簡化為二維臉部影像的表情變化合成系統以其達成與使用者即時互動。

6.1 應用於二維影像的臉部動畫參數 (2D FAP Set)

在 MPEG-4 中所訂定的臉部動畫合成的內涵基礎[36]，可以通過下面三個關鍵字主題：臉部動畫參數元件 (Facial Animation Parameter Unit, FAPU)、臉部定義參數 (Facial Definition Parameters, FDP) 以及臉部動畫參數 (Facial Animation Parameter, FAP) 來解釋。



FAPU Name	Description
IRISD	IRIS Diameter (distance between upper and lower eyelid) in neutral face
BRW	Left/Right Brow Width
BRH	Left/Right Brow Height
BRS	Brow Separation
MNS	Mouth-Nose Separation
MW	Mouth-Width
MH	Mouth-Height
LIPS	Lip Separation
SNS	Sneer Separation

圖 6.1、FAPU 參數定義

- **臉部動畫參數元件 (Facial Animation Parameter Unit, FAPU)**: 從操作上而言，處於最底層的就是 FAPU 元件，幾乎所有位於上層直接被操作的動畫參數，都是作用於我們臉部的五官元件本身之上，FAPU 的元件在此處是替這些參數的操作，作為一個量度上的定義基礎。這些元件對應到的就是我們的各種五官特

徵，如：雙眼之間的距離及嘴唇的厚度等等（見圖 6.1 所示）。

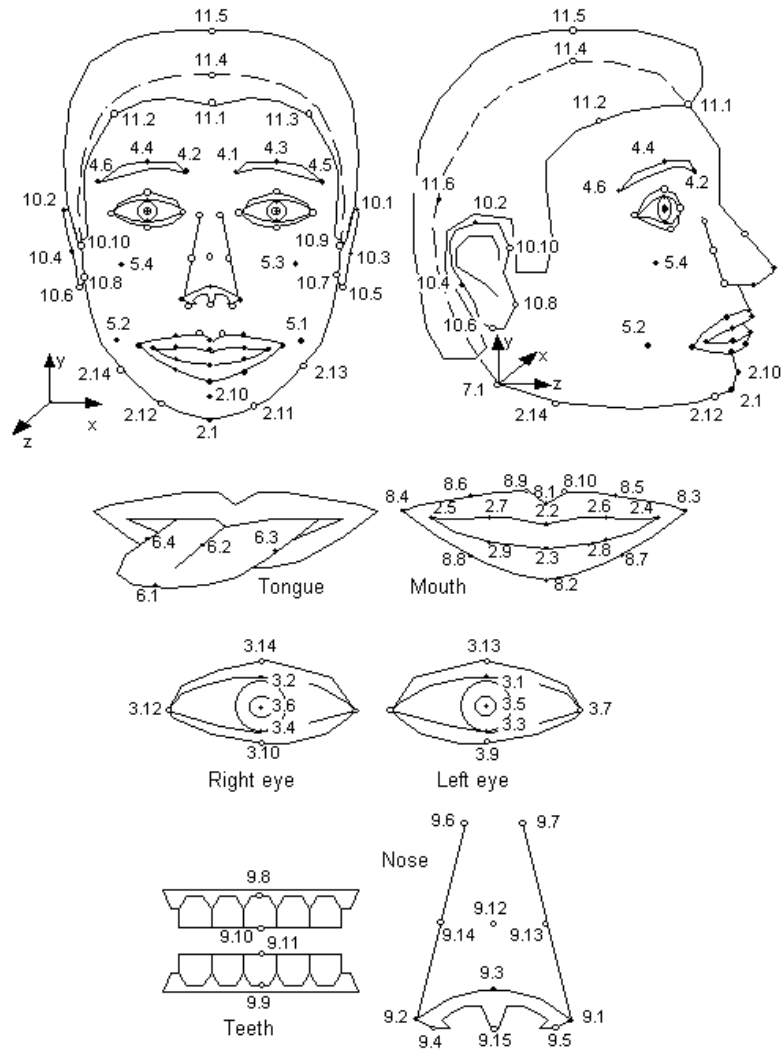


圖 6.2、3D 頭部模型下的 FDP 特徵點分布

- **臉部定義參數 (Facial Definition Parameters, FDP)：**與 FAPU 不同的是，FDP 是整個臉部模型的實體定義，包含所有五官的特徵點 (Feature Points)，以及真正被運用在動畫參數中的控制點 (Control Points)。這些座標點將在未來以變形 (Morph) 為基礎中自行產生三角網格，以進行不同表情動畫的合成。在 MPEG-4 標準中所定義的 FDP 是以整個完整的三維頭部模型作為基礎 (詳見圖 6.2 所

示)，因此在此頭部模型之中，包含了有臉部正面外，更有側臉，乃至眼球、舌頭、牙齒等臉部的內部組件。這些分類繁多的特徵點，在我們的應用環境之下（二維單張影像）將進行部份的縮減及省略，而實際所被採用的特徵點個數及分布可以參考第三章所的臉部網格及特徵點定義。

表 6.1、FAP 參數個數及對應五官組件

Group	Description	#FAP	Total	2D Implement
1	Visemes, Expressions	1~2	2	0
2	Jaw, chin, inner-lowerlip,corner-lips, midlip	3~18	16	11 (69%)
3	Eyeballs, pupils, eyelids	19~30	12	4 (33%)
4	Eyebrow	31~38	8	8 (100%)
5	Cheeks	39~42	4	0
6	Tongue	43~47	5	0
7	Head rotation	48~50	3	0
8	Outer-lip positions	51~60	10	8 (80%)
9	Nose	61~64	4	0
10	Ears	65~68	4	0
	Total		68	31 (45.6%)

- **臉部動畫參數 (Facial Animation Parameter, FAP)**：完整的 FAP 參數集合中，共定義有 68 組對應到不同臉部特徵點所進行操作的參數。其中前面 2 組為高階狀態描述參數：Visemes 對應到發音狀態的描述、Expression 則對應目前情緒狀態的描述；實際上的動畫操作參數共分為 66 組，就其對應至各個臉部五官中的 FDP 控制點，亦可分類成數個群組（詳見表 6.1）。在本系統中，我們針對二維影像上的應用進行簡化和提取，實作其中共 31 項 FAP 參數（表 6.2），這些經過重新對應後的 FAP 參數，其方向性和應用的控制點參見圖 6.3 所示。

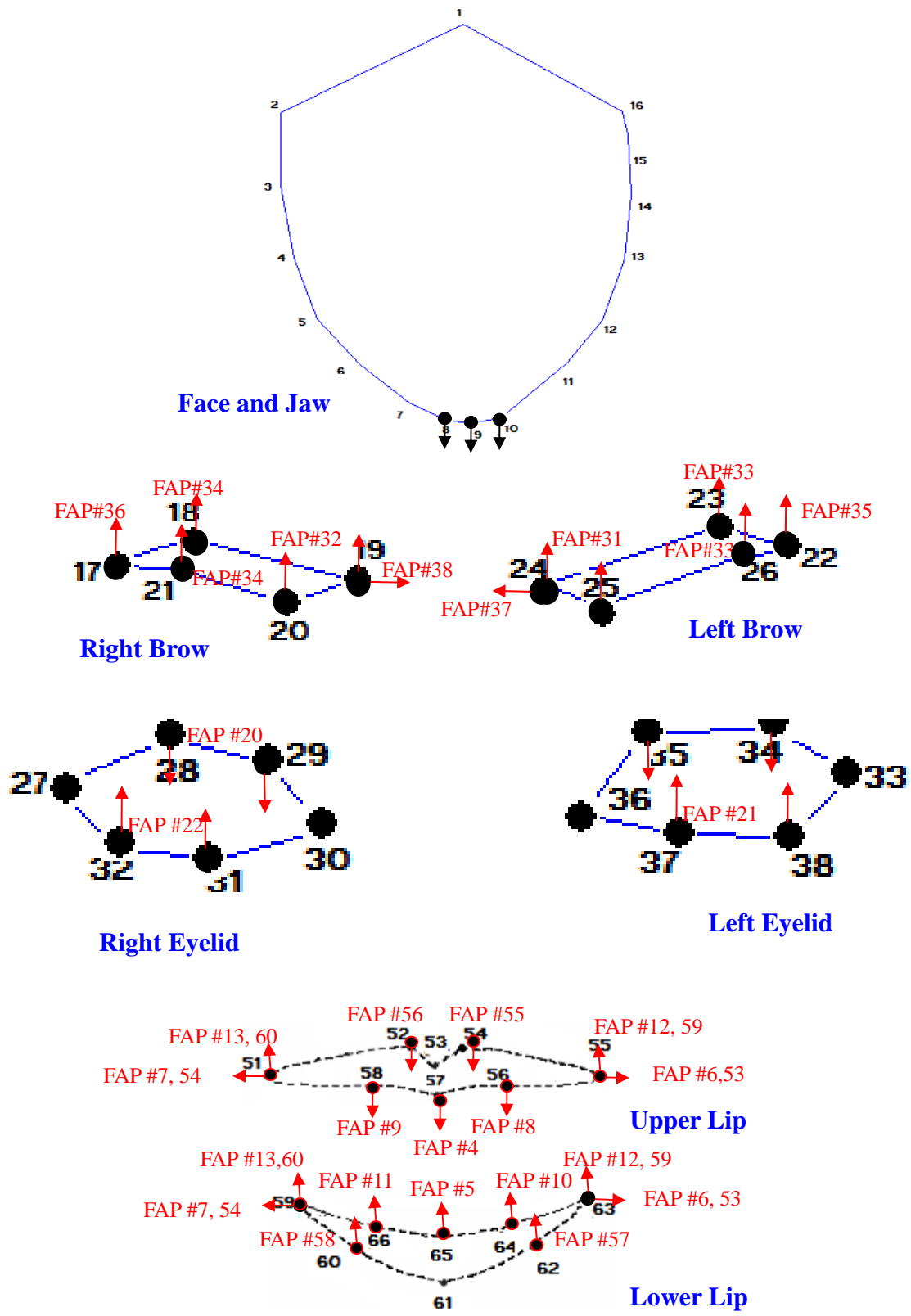


圖 6.3、2D-FDP 控制點及 FAP 參數指向

表 6.2、二維影像表情合成的 FAP 參數列表

#	FAP name	FAP description	FAPU	Orient.	Group
3	open_jaw	Vertical jaw displacement (does not affect mouth opening) Control Point: 8, 9, 10	MNS LIPS	down	2
4	lower_t_midlip	Vertical top middle inner lip displacement Control Point: 57	LIPS	down	2
5	raise_b_midlip	Vertical bottom middle inner lip displacement Control Point: 65	LIPS	up	2
6	stretch_l_cornerlip	Horizontal displacement of left lip corner Control Point: 55, 63	MW	left	2
7	stretch_r_cornerlip	Horizontal displacement of right lip corner Control Point: 51, 59	MW	right	2
8	lower_t_lip_lm	Vertical displacement of midpoint between left corner and middle of top inner lip Control Point: 56	LIPS	down	2
9	lower_t_lip_rm	Vertical displacement of midpoint between right corner and middle of top inner lip Control Point: 58	LIPS	down	2
10	raise_b_lip_lm	Vertical displacement of midpoint between left corner and middle of bottom inner lip Control Point: 64	LIPS	up	2
11	raise_b_lip_rm	Vertical displacement of midpoint between right corner and middle of bottom inner lip Control Point: 66	MNS	up	2
12	raise_l_cornerlip	Vertical displacement of left inner lip corner Control Point: 55, 63	MNS MH	up	2
13	raise_r_cornerlip	Vertical displacement of right inner lip corner Control Point: 51, 59	MNS MH	up	2
19	close_t_l_eyelid	Vertical displacement of top left eyelid Control Point: 34, 35	IRISD	down	3
20	close_t_r_eyelid	Vertical displacement of top right eyelid Control Point: 28, 29	IRISD	down	3
21	close_b_l_eyelid	Vertical displacement of bottom left eyelid	IRISD	up	3

		Control Point: 37, 38			
22	close_b_r_eyelid	Vertical displacement of bottom right eyelid Control Point: 31, 32	IRISD	up	3
31	raise_l_i_eyebrow	Vertical displacement of left inner eyebrow Control Point: 24, 25	BRS BRH	up	4
32	raise_r_i_eyebrow	Vertical displacement of right inner eyebrow Control Point: 19, 20	BRS BRH	up	4
33	raise_l_m_eyebrow	Vertical displacement of left middle eyebrow Control Point: 23, 26	BRS BRH	up	4
34	raise_r_m_eyebrow	Vertical displacement of right middle eyebrow Control Point: 18, 21	BRS BRH	up	4
35	raise_l_o_eyebrow	Vertical displacement of left outer eyebrow Control Point: 22	BRS BRH	up	4
36	raise_r_o_eyebrow	Vertical displacement of right outer eyebrow Control Point: 17	BRS BRH	up	4
37	squeeze_l_eyebrow	Horizontal displacement of left eyebrow Control Point: 24	BRS	right	4
38	squeeze_r_eyebrow	Horizontal displacement of right eyebrow Control Point: 19	BRS	left	4
53	stretch_l_cornerlip_o	Horizontal displacement of left lip corner Control Point: 55,63	MW	left	8
54	stretch_r_cornerlip_o	Horizontal displacement of right lip corner Control Point: 51,59	MW	right	8
55	lower_t_lip_lm_o	Vertical displacement of midpoint between left corner and middle of top outer lip Control Point: 54	MNS SNS	down	8
56	lower_t_lip_rm_o	Vertical displacement of midpoint between right corner and middle of top outer lip Control Point: 52	MNS SNS	down	8
57	raise_b_lip_lm_o	Vertical displacement of midpoint between left corner and middle of bottom outer lip Control Point: 62	MNS SNS	up	8
58	raise_b_lip_rm_o	Vertical displacement of midpoint between right corner and middle of bottom outer lip	MNS SNS	up	8

		Control Point: 60			
59	raise_l_cornerlip_o	Vertical displacement of left outer lip corner Control Point: 55, 63	MNS MH	up	8
60	raise_r_cornerlip_o	Vertical displacement of right outer lip corner Control Point: 51, 59	MNS MH	up	8

6.2 臉部動作元件動作定義 (Facial Component Action Definition)

就心理學角度來說，從臉部表情所透露來判別的心理情緒的研究，已經被廣泛的探討和提及，而在影像處理的範疇來看，本系統的表情動畫的合成應用，亦是提供使用者在表現許多自我情緒的一種方式，因此，在接下來的說明之中，我們將闡述，如何由對各類情緒的定義及表示，對應到應該合成帶有使用者個人特色的臉部表情肖像。總的來說，表情合成的規則可以視為由中性表情 (Neutral Expression) 過渡到不同情緒的一種變化，而變化量的定義就是依不同的原型表情來建立個別的設定檔 (Archetypal Expression Profile)，同時在這些設定檔中引入適合的 FAP 參數組合，經由個別的 FAP 參數，逕行操作臉部五官組件裡的特徵點來進行變形 (Morph)，形成別具特色的各類情緒卡通肖像 (Emotional Caricature)。

由於，整個 2D 影像中 FAP 參數集合共有三十多種，為了簡化使用者界面的複雜度，我們參考 Responsive Face[30]的展示介面，先將臉部的五官元件：眉毛、眼睛、上下唇以及下巴，根據其所能進行的動作，使用 FAP 來提供基本的參數設定，規劃出預設的幾個動作範本，以利於互動介面中的使用者來操作。

在五官元件的動作定義 (Facial Component Action Definition, FCAD) 中，細節參數的量度都是參考關聯組件的特徵，因此在五官元件的相互動作的定義將參考 FAPU 特徵參數做為量度的基礎，而在個別元件的動作則是參考個別形狀的長寬。

以眉毛元件的個別動作來說，單純上下位移的容許量是在 ± 1 倍的眉毛高度之間，

皺眉 (squeer) 的動作則是利用兩眉間距作為變化的基準單位；而眼瞼部份的開閉動作，則是以眼睛形狀兩側眼角與質心的連接線，作為閉闔的原點，睜大的動作則是上下眼瞼個別的控制點與質心間向量對連閉闔接線作投影的垂直分量的方向作放大，參數在 0~1.2 的倍數比之間，因此當參數為 0 時眼瞼將剛好閉合，參數為 1 則保持原來形狀不變。

上下嘴唇的個別動作則分為三個群組來定義，分別是兩側嘴角的水平運動，定義為**嘴形寬度 (WIDE)**、嘴角的垂直運動定義為**笑容度 (SMILE)** 以及上下唇的中點的運動定義為**嘴唇的噁度 (SNEER)**。在寬度和笑容度部份均以完整嘴形的長寬作為基準量度，噁度的部份則是由唇形中點的控制點 (FDP #52、#54) 與唇形質心的向量長度作為基準。

下巴的開闔則是與嘴形變化有相互關聯，在此處運用對應發出聲音的不同來定義不同的開闔及嘴形變化，嘴形變化由前面三個唇形變化來組合，再依據唇形變形後的上下唇形的兩質心變化結果，作為開闔基本量度的參考。(五官元件動作定義 FCAD 細節詳見表 6.3)

表 6.3、五官動作定義(FCAD)設定檔

FCAD	Action Grp.	Unit Basis	FAP
BORW	Up Mid Down	BRH BRS	Left: $F_{31,33,35} \in [-1,1]$, $F_{37} \in [0.5,1.2]$ Right: $F_{32,34,36} \in [-1,1]$, $F_{38} \in [0.5,1.2]$
LIDS	Wide Open Squint Shut	IRISD	Left: $F_{19,21} \in [0, 1.2]$ Right $F_{20,22} \in [0, 1.2]$
MOUTH-WIDE	Wide Middle Puker	MW	Left: $F_{6,53} \in [0.3,1.3]$ Right: $F_{7, 54} \in [0.3,1.3]$
MOUTH-SMILE	Smile Middle Frown	MNS MH	Left: $F_{12,59} \in [0.7,1.3]$ Right: $F_{13,60} \in [0.7,1.3]$

MOUTH-SNEER	Sneer Middle Relax	SNS	Left: $F_{55,57} \in [0.5, 1.5]$ Right: $F_{56,58} \in [0.5, 1.5]$
MOUTH-mm	-	LIPS, MNS MW, MH SNS	Jaw: $F_3(0), F_{4,8,9}(1), F_{5,10,11}(1)$ SMILE-Middle: $F_{12,59}(1), F_{13,60}(1)$ WIDE-Middle: $F_{6,53}(1), F_{7,54}(1)$ SNEER-Relax: $F_{55,56,57,58}(0.5)$
MOUTH-eh	-	LIPS, MNS MW, MH SNS	Jaw: $F_3(0.4), F_{4,8,9}(0), F_{5,10,11}(-0.4)$ SMILE-Middle: $F_{12,59}(1), F_{13,60}(1)$ WIDE-Wide: $F_{6,53}(1.3), F_{7,54}(1.3)$ SNEER-Relax: $F_{55,56,57,58}(0.5)$
MOUTH-ah	-	LIPS, MNS MW, MH SNS	Jaw: $F_3(0.6), F_{4,8,9}(0), F_{5,10,11}(-0.6)$ SMILE-Middle: $F_{12,59}(0), F_{13,60}(0)$ WIDE- Wide: $F_{6,53}(0.3), F_{7,54}(0.3)$ SNEER-Relax: $F_{55,56,57,58}(0.5)$
MOUTH-oh	-	LIPS, MNS MW, MH SNS	Jaw: $F_3(0.6), F_{4,8,9}(0), F_{5,10,11}(-0.6)$ Frown: $F_{12,59}(-0.8), F_{13,60}(-0.8)$ Pucker: $F_{6,53}(0.7), F_{7,54}(0.7)$ Sneer: $F_{55,56,57,58}(1.3)$

6.3 情緒表示及原型表情設定檔 (Archetypal Expression Profile)

有關情緒的表示模型的最常運用就是在心理學中的 Ekman 情緒模型[33]，此模型中提出了六種基礎的臉部表情：快樂 (Happiness)、難過 (Sadness)、害怕 (Fear)、生氣 (Angry)、作嘔 (Disgust) 和驚訝 (Surprise)，在許多情緒表情辨識的研究之中，經常以這六類基本的表情來進行分類。運用這種分類方法有一些條件性的限制，例如，往往只能接受一些表現比較極端或相當明確的表情，而日常的表情之間常常並沒有如此明確的界定。此外，由於人臉影像中的特徵強度，常會依個體及外在環境因素而有所不同，所以在特徵點的定位和追蹤上也會有遭遇不少的困難，從而影響到情緒判別的準確率。

在本系統中，因擁有準確定位資料的前提條件下，我們是可以比較輕易的引用這些情緒模型的研究來關聯到的 FAP 參數設定，建立起各種不同情緒表情的設定檔 (Profile)。

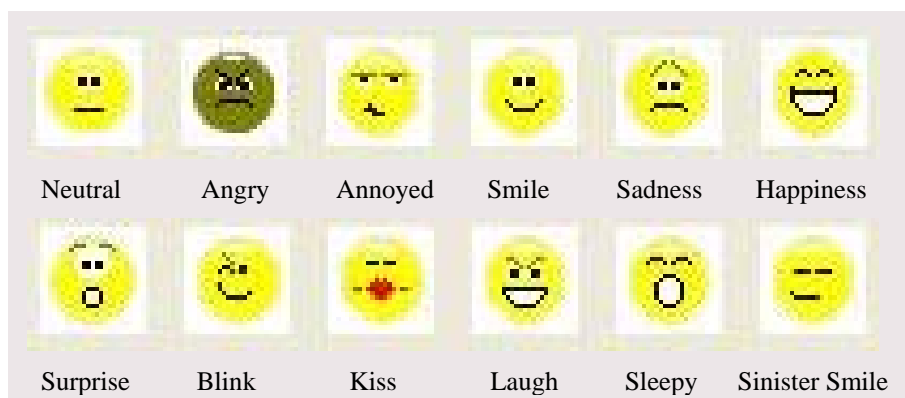


圖 6.4、即時通訊軟體中常用表情圖示

除了 Ekman 定義的六種基礎表情之外，為了增加更多的表情變化特性，我們參考時下的即時通訊軟體 (Instant Messenger, IM)，共挑選出最常被使用的 12 個特徵表情圖示 (Emoticons，見圖 6.4)，來作為合成不同的臉部表情種類 (Archetypal Expression)，這些表情圖示中，擁有藉由極為明確的五官動作為基礎的優點，在實作中便可以依此來建立個別的設定檔 (詳細表情圖示設定檔及 FDP 變化結果參見表 6.4)。

在產生多種表情的使用者介面中 (圖 6.5)，我們亦根據作用的臉部元件不同，細分成有四個群組的五官操作：眉毛運動、上下眼瞼開合、上下唇形的變化以及下巴與嘴形開闔，經由這些臉部五官運動的分解，簡單的展示 FAP 參數在 FDP 控制點中的操作結果；經由這些表情設定檔的作用下，使用者通過操作介面除了產生個人化的卡通肖像外，還可以變化出 12 種不同的表情 (見表 6.5 所示)。

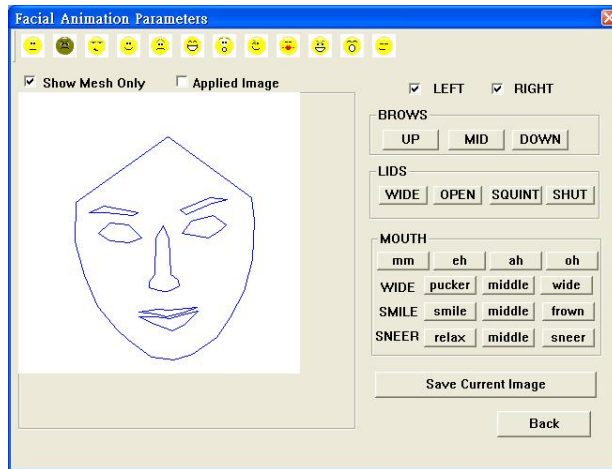
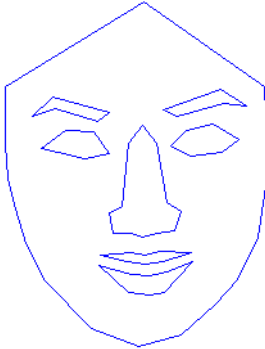




















圖 6.5、系統右側五官動作及上方表情圖示範本可直接套用到 FDP 上

表 6.4、個別情緒圖示 (Emoticons) 的設定檔及 FDP 表示

Original FDP			
Emoticons	FACD	Applied FDP	FAP
 Neutral	Brow: middle Eye: open Jaw: mm Wide: middle Smile: middle Sneer: middle		$F_{31,33,35,37}(1), F_{32,34,36,38}(1)$ $F_{19,21}(1), F_{20,22}(1)$ $F_{12,59}(1), F_{13,60}(1)$ $F_{6,53}(1), F_{7,54}(1)$ $F_{55,56,57,58}(0.5)$ $F_3(0), F_{4,8,9}(1), F_{5,10,11}(1)$
 Angry	Brow: down Eye: wide Jaw: ah Smile: frown Sneer: right upper sneer		$F_{31,33,35,32,34,36}(-1), F_{37,38}(0.5)$ $F_{19,21}(1.2), F_{20,22}(1.2)$ $F_3(0.6), F_{4,8,9}(0), F_{5,10,11}(-0.6)$ $F_{6,53}(0.3), F_{7,54}(0.3)$ $F_{12,59}(0.7), F_{13,60}(0.7)$ $F_{55}(0.5), F_{56}(1.2)$

 Annoyed	Brow: right-side down Eye: squint Jaw: ah Smile: frown Sneer: right upper sneer		$F_{32,34,36} (-1), F_{38} (0.5)$ $F_{19,21}(0.3), F_{20,22}(0.3)$ $F_3(0.6), F_{4,8,9} (0), F_{5,10,11} (-0.6)$ $F_{6,53}(0.3), F_{7,54}(0.3)$ $F_{12,59}(0.7) F_{13,60} (0.7)$ $F_{56}(1.2), F_{55,57,58}(0.5)$
 Smile	Smile: smile		$F_{12,59}(1.3) F_{13,60} (1.3)$
 Sadness	Brow: up Eye: wide Smile: frown		$F_{31,33,35}, 32,34,36 (1), F_{37,38} (1.2)$ $F_{19,21}(1.2), F_{20,22}(1.2)$ $F_{12,59}(0.7) F_{13,60} (0.7)$
 Happiness	Eye: wide Jaw: ah Smile: smile Sneer: relax		$F_{19,21}(1.2), F_{20,22}(1.2)$ $F_3(0.6), F_{4,8,9} (0), F_{5,10,11} (-0.6)$ $F_{6,53}(0.3), F_{7,54}(0.3)$ $F_{12,59}(1.3) F_{13,60} (1.3)$ $F_{55,56,57,58}(0.5)$
 Surprise	Brow: up Eye: wide Jaw: oh		$F_{31,33,35}, 32,34,36 (1), F_{37,38} (1.2)$ $F_{19,21}(1.2), F_{20,22}(1.2)$ $F_3(0.6), F_{4,8,9} (0), F_{5,10,11} (-0.6)$ $F_{12,59} (-0.8), F_{13,60} (-0.8)$ $F_{6,53}(0.5), F_{7,54}(0.5)$ $F_{55,56,57,58}(1.3)$
 Blink	Brow: right-side down Eye: right-side shut Smile: right-side smile		$F_{32,34,36} (-1), F_{38} (0.5)$ $F_{19,21}(0)$ $F_{13,60} (1.3)$
 Kiss	Brow: up Eye: shut Wide: pucker Sneer: sneer		$F_{31,33,35}, 32,34,36 (1), F_{37,38} (1.2)$ $F_{19,21}(0), F_{20,22}(0)$ $F_{6,53}(0.3), F_{7,54}(0.3)$ $F_{55,56,57,58}(1.3)$







 Laugh	Brow: down Eye: Wide Jaw: eh Smile: smile		$F_{31,33,35, 32,34,36} (-1)$, $F_{37,38} (0.5)$ $F_{19,21}(1.2)$, $F_{20,22}(1.2)$ $F_3(0.4)$, $F_{4,8,9} (0)$, $F_{5,10,11} (-0.4)$ $F_{6,53}(1.3)$, $F_{7,54}(1.3)$ $F_{55,56,57,58}(0.5)$ $F_{12,59} (1.3)$, $F_{13,60} (1.3)$
 Sleepy	Brow: up Eye: squint Jaw: ah Sneer: relax		$F_{31,33,35, 32,34,36} (1)$, $F_{37,38} (1.2)$ $F_{19,21}(0.3)$, $F_{20,22}(0.3)$ $F_3(0.6)$, $F_{4,8,9} (0)$, $F_{5,10,11} (-0.6)$ $F_{12,59} (0)$, $F_{13,60} (0)$ $F_{6,53}(0.3)$, $F_{7,54}(0.3)$ $F_{55,56,57,58}(0.5)$
 Sinister Smile	Eye: squint Smile: right-side smile		$F_{19,21}(0.5)$, $F_{20,22}(0.5)$ $F_{13,60} (1.3)$

表 6.5、經由特徵表情圖示設定檔產生多種表情肖像

