

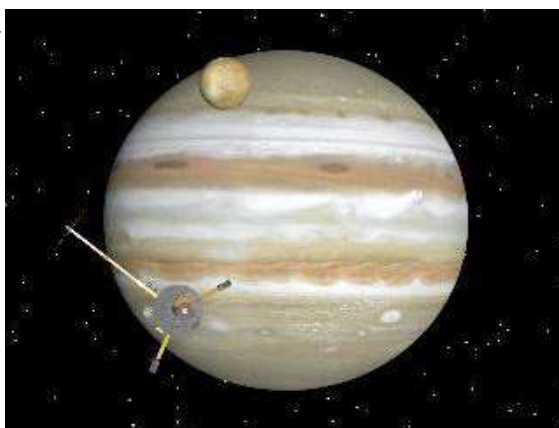
湛偉權教授和整數餘弦變換

今日的都市人使用互聯網和 3G 電話愈來愈頻繁，接收和傳送的視像資料愈來愈多。視像資料數量龐大。一秒鐘的高清視像資料需要超過 150 MB，即一億五千萬個字節。需要儲存和傳送的資料必須大幅壓縮，令到價錢大眾化的互聯網和 3G 電話都可以接收和傳送視像資料。

今天普遍通用的視像資料壓縮標準有很多個。早期開發的壓縮標準有用於 VCD 的 MPEG1，用於 DVD 的 MPEG2。它們可以把視像資料壓縮到原來的百份之二左右。這些舊標準都採用 8x8 餘弦變換 (Cosine Transform)。

新的視像資料壓縮技術，例如 MPEG4 Part 10/H.264，可以把視像資料進一步壓縮到原來的百份之一。MPEG4 Part 10/H.264 用了什麼方法達到這樣高的壓縮能力呢？主要有兩個。第一：用多種很複雜的「移動預測」取代舊標準中簡單的「移動預測」。第二：用簡單的「整數餘弦變換」取代繁複的「餘弦變換」。前者結構複雜、成本昂貴，但提升壓縮能力。後者簡單便宜，但不損壓縮能力。所以新技術只比舊方法稍複雜，但壓縮能力大幅提升。

「整數餘弦變換」，是將餘弦變換化繁為簡的一項革新方法。這種變換方法曾於 1995 年為美國太空總署所採用。當時伽利略號太空船在執行任務時，其高性能天線失靈，他們唯有採用後備的低性能天線，並採用了中文大學工程學院電子工程系湛偉權教授所發明的「整數餘弦變換」壓縮圖像，並邀請湛偉權教授為顧問，參與伽利略號太空船的拯救計劃，結果順利完成任務。伽利略號太空船拍攝了很多幅木星和其衛星的照片，數量比原來計劃的更多呢！



在 2002 年 6 月，中國國家信息產業部成立了數字音視頻編解碼技術標準工作組。工作組任務之一是制訂視像資料的壓縮標準 AVS，應用於高分辨率數字廣播、高密度激光數字存儲媒體、無線寬帶多媒體通訊、互聯網寬帶流媒體等。工作組在 2004 年底完成 AVS 主層，採用的亦是「整數餘弦變換」。此外，AVS 標準亦採用了湛教授和浙江大學合作研究的量化方法。AVS 與 MPEG4 Part 10/H.264 相比，壓縮能力相若，但較簡單便宜。今天 AVS 是中國傳送高清電視的標準。所有在中國銷售的電視機必須安裝晶片接收用 AVS 壓縮了的電視訊號。

什麼是整數餘弦變換 (Integer Cosine Transform ICT) 呢？簡單來說，湛教授發現 8x8 餘弦變換中的無理數可以巧妙地用 4 個符合條件 1: $ab = ac + bd + cd$ 和條件 2: $a \geq b \geq c \geq d$ 的正整數 a, b, c 和 d 取代，變成「整數餘弦變換」。符合這兩個條件的正整數有無限個，所以「整數餘弦變換」也有無限個。每個變換的壓縮能力不都一樣呢！通常情況下，整數的數值愈大，壓縮能力愈高；整數的數值愈小，變換愈簡單，實現成本也愈便宜！所以工程師可以按不同的應用和需要，選擇最適合的「整數餘弦變換」。伽利略號太空船需要很簡單的變換，所以採用了的正整數是 5、3、2 和 1。MPEG4 Part 10/H.264 採用了 12、10、6 和 3。AVS 則採用了 10、9、6 和 2。

由於視像資料的解像度不斷提高，8x8 的整數餘弦變換開始不敷應用。湛偉權教授的研究團隊開發出 16x16, 32x32, 64x64 的整數餘弦變換，去滿足最新視像資料壓縮標準的需要。巧用數學，繁複的線路可以變簡單，低解像度視像可以變得清晰。喜歡數學的同學，電子工程學裡還有很多問題需要你們來解決的呢！