

游泳速度快速反饋儀器

林德佳, 朱柏強, 張百鳴
香港體育學院

簡介

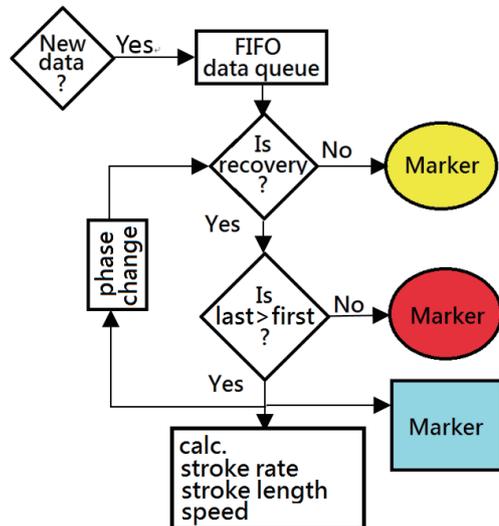
游泳划幅、划頻及速度是生物力學上基本的訓練反饋參數。利用影像分析法來取得相關的游泳數據，是運動生物力學領域中常用方法。但是，影像分析法往往需要在訓練後，進行額外工序來處理數據。這樣對游泳數據的即時反饋產生限制。在 2003 年，Bideau 提出了一種主動牽引式的阻力評估系統 (A.D.E.S.)，其引入了用於量度游泳速度的監測裝置。然而，該系統沒有提供自動判斷游泳週期的解決方案。在本研究中，我們提出了一個先入先出 (FIFO) 運作模式的數據隊列來識別游泳週期的檢測算法。藉此，可以快速確定游泳划幅、划頻及速度並即時向游泳運動員顯示。

研究方法

基於 A.D.E.S. 的方案，我們實踐了一個拉線式速度監控設備，測試其間安裝在游泳池起跳檯旁邊 [圖一]。這是一個包括自由滾動的捲軸，激光束中斷觸發模塊及 Arduino UNO R3 的一體化硬件，時間分辨率可達到百萬分之一秒設備。游泳運動員被繫上一條既輕量又纖細的非彈性尼龍質地線。運動員向前游泳時會帶動捲軸旋轉，透過量度游泳運動員拉動捲軸滾動速度，就可以反映出他們的游泳速度。然後將速度和時間數據流，傳輸到計算機進行即時分析。



圖一 拉線式速度監控設備的外形及其架設



圖二 游泳恢復階段中，自動游泳週期檢測算法

在系統中實現了自動游泳週期檢測算法。該算法是基於每一游泳週期，大致存在著兩大不同游泳階段的現象，即在恢復階段，游泳速度呈下降趨勢。相反，在推進階段，游泳速度呈上升趨勢。該算法的原理是在數據隊列中，利用最後的游泳速度和最前的游泳速度，兩者進行實時比較，以識別游泳階段的轉變 [圖二]。從而，得出以每一游泳週期分段為基礎的速度相對時間曲線。

一名香港精英游泳 (蛙泳) 運動員參加了數據驗證測試。要求她在一個 25 米游泳池，以 3 組不同的游泳策略進行 25 米游泳測試。每秒 50 幀的 Sony HDR-CX550 攝像機置於觀眾席進行拍攝，覆蓋範圍最少 3 個連續的游泳週期的片段。影像由 Dartfish 7.0 運動分析軟件處理，計算游泳划幅、划頻及速度。同時，游泳速度監測設備會通過 Arduino UNO R3 介面板收集速度和時間數據，然後傳輸到 Intel i5 1.8GHz CPU 筆記本電腦。數據隊列長度設定為 28。

結果和討論

表一中顯示了利用兩種不同方法所得出的游泳划幅、划頻及速度。兩者差異的平均值及其最大標準偏差分別為 0.01 ± 0.03 (1/秒)， -0.02 ± 0.06 (米) 和 0.00 ± 0.03 (米/秒)。與影像分析法相比，從游泳速度監測裝置產生的對應結果存在 4.23%，2.91% 和 1.84% 的差異。

表一 影像分析法及拉線式速度監控設備的游泳數據的比較

組	划頻 (1/秒)			划幅 (米)			速度 (米/秒)		
	裝置	影像	差異	裝置	影像	差異	裝置	影像	差異
1	0.59	0.61	-0.02	1.97	1.95	0.02	1.16	1.19	-0.03
	0.63	0.61	0.02	1.86	1.87	-0.01	1.17	1.14	0.03
	0.60	0.63	-0.03	1.91	1.82	0.09	1.15	1.15	-0.01
2	0.61	0.60	0.01	1.91	1.95	-0.04	1.17	1.17	-0.01
	0.67	0.63	0.04	1.81	1.89	-0.08	1.21	1.18	0.03
	0.65	0.62	0.03	1.81	1.85	-0.04	1.18	1.16	0.02
3	0.76	0.79	-0.03	1.70	1.66	0.04	1.29	1.32	-0.03
	0.80	0.76	0.04	1.59	1.71	-0.12	1.27	1.30	-0.02
	0.80	0.77	0.03	1.59	1.62	-0.03	1.27	1.25	0.03

總結和建議

為了更快捷地提供游泳划幅、划頻及速度數據反饋給運動員，我們建立了游泳速度監測裝置的初型，並且引入了簡單但有效的游泳週期檢測算法。然而，數據隊列長度的選擇是關鍵的，需要進一步微調以獲得最佳結果。同樣的方法可應用於其他項目的運動週期檢測，例如賽艇運動中自動識別出每一下次的划艇階段，以及利用騎行中的膝關節角度變化，自動推測出腳踏曲柄的轉動頻率等。

參考文獻

- Bideau, B., "Development of an active Drag Evaluation System (A.D.E.S.)", In J. C. Chatard (Ed.), Biomechanics and medicine in swimming IX (pp. 51-56). Publications de l'Université de Saint Etienne, France.