

智能籃球運用於罰球入球角度之分析研究-以大專男子籃球隊為例

黃昭銘^{1*} 劉孟竹² 鄭文玄¹ 賴胤瑋³

¹宜蘭縣立中山國民小學、²健行科技大學、³新北市市立榮富國小

*通訊作者: stanely503@gmail.com

摘要

籃球比賽中雙方你來我往進攻與得分是比賽的重點，除了一般投籃得分之外，因為對手犯規而進行的罰球線罰球也是得分的方式之一，如何在比賽中一點一滴累積分數是籃球比賽中致勝關鍵之一。為了提高勝率因此提高罰球的命中率有其必要性，影響罰球命中率的因素除了球員本身之外，當籃球進入籃框的入球角度也是重要的因素之一。本次研究主要針對國內某大學男子籃球校隊球員(n=26)進行發球入球角度進行資料收集與分析，資料收集的方式有別於傳統高速攝影機與分析軟體，研究工具主要是以具有無線傳輸與感應器的智能籃球進行數據收集。研究結果顯示罰球命中率與入球的角度有顯著相關(42度~48度)，為了探討不同罰球命中率選手在入球角度的表現差異，將選手依照罰球命中率分成高(n=6)、中(n=11)、低(n=9)三組進行 one-way ANOVA 統計分析，結果顯示中、低兩組在入球角度 38度~41度達顯著差異，高、低兩組在入球角度 42度~48度達顯著差異。

本次研究主要嘗試藉由行動科技的便利性與行動性的優勢，協助球隊迅速收集資料，並配合行動載具與應用程式呈現可視化資料，立即分析將球員每次罰球訓練成效提供教練與球員參考與修正，並提出修正策略然後執行，透過數據收集分析-策略調整-執行這個良性模式提高罰球練習的成效。

關鍵字：行動學習、智能籃球、罰球命中率、籃球入射角

壹、前言

籃球比賽中最精彩的部分莫過於兩方你來我往，透過精彩投籃進攻得分或是合作無間的防守策略降低對手得分，比賽過程中除了一般投籃得分之外，另一種得分方就是罰球得分。當實力伯仲之間的兩隊比賽中，如何掌握得分機會往往是獲勝的關鍵，例如罰球成功率經常是左右勝負的關鍵之一。

在籃球比賽中當兩隊比分接近時，落後的一方會採用許多戰術以求獲得更多進攻的機會藉此反敗為勝，例如利用攻守交替時使用暫停機制來獲取較多的進攻時間，或是利用故意犯規戰術迫使對方罰球命中率較差的球員執行罰球，使用故意犯規戰術的用意一方面讓比賽時間暫停，另外一方面則可以讓對手完成一次進攻機會，但是進攻機會是利用罰球來進行，防守方希望進攻方罰球失敗藉此降低對手這次進攻的得分。換言之，落後的一方利用執行故意犯規戰術，在一來一往

過程中不但能縮短進攻方的時間，為自己爭取進攻機會與時間，配合對手罰球失誤降低對手得分，透過爭取進攻機會與降低對手得方然後反敗為勝。

在現代籃球比賽中，利用這類的故意犯規戰術早已司空見慣，罰球命中率在籃球比賽勝負中也逐漸扮演重要的關鍵因素之一(Khlifa et al., 2012)。尤其在美國 NBA(National Basketball Association)籃球比賽中，特別針對各隊罰球命中率不佳的主力球員進行故意犯規戰術在比賽中屢見不鮮。綜合上述，比賽中針對罰球命中率不佳的主力球員所進行故意犯規戰術日漸頻繁，如何提昇球員的罰球命中率在現代籃球比賽中更是需要強化與提昇的目標之一。

本研究主要利用行動科技與運動感應器來進行罰球命中率與入球角度分析，希望利用具有即時性的可視化資料呈現，協助教練與球員能夠瞭解罰球的入球角度的情況，並分析不同罰球命中率的選手在入球角度的差異。

貳、文獻探討

隨著科技進步，包含物聯網(Internet of Things, IOT)、大數據(Big Data)、雲端運算與儲存(Cloud Computing)與資料傳輸科技(Wifi、藍芽與電信網路)、無線射頻辨識系統(Radio Frequency Identification, RFID)，透過這些科技的整合與應用提供即時性的資訊，以及真實的學習環境與適性化的學習需求，透過觀察與實際體驗真實世界的情境，協助學習者建構個人的知識，進行獨立思考與提高學習動機和學習成就(Chu, Hwang, & Tsai, 2010; Jeng, Wu, Huang, Tan, & Yang, 2010; 黃國禎, 2012)。

依照上述資訊科技與應用筆者提出 FABRIC 架構(Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Clouds)(黃昭銘、汪光懿、鄭文玄、宋順亨, 2017)，從字面來看 FABRIC 架構主要是透過物聯網與雲端運算進行真實的數據收集與提取，將資訊科技分別獨立功能(Point)，相互連結應用整合成線(Threads)讓資料可以互通，最後擴大整合範圍編織成面(Fabric)，提供學習資料的完整性，其核心架構如圖 1 所示。

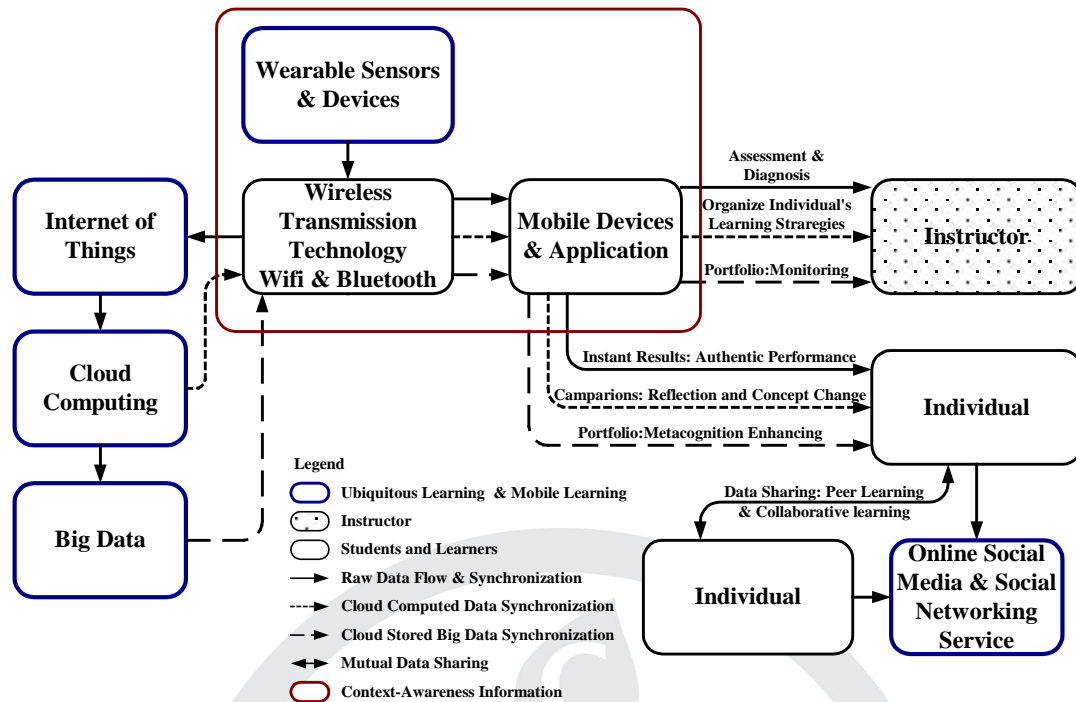


圖 1.FABRIC 資訊應用架構圖

現代籃球比賽中常運用故意犯規戰術，落後的一方希望透過故意犯規戰術讓比賽時間暫停，另外一方面則可以讓對手盡快完成一次進攻機會，但是進攻機會是利用罰球來進行，落後方希望進攻方罰球失敗藉此降低對手這次進攻的得分。換言之，落後的一方利用執行故意犯規戰術，在一來一往過程中不但能縮短進攻方的時間，為自己爭取進攻機會與時間，配合對手罰球失誤降低對手得分，透過爭取進攻機會與降低對手得方然後反敗為勝。利用這類的故意犯規戰術早已司空見慣，罰球命中率在籃球比賽勝負中也逐漸扮演重要的關鍵因素之一(Khlifa et al., 2012)。在美國 NBA(National Basketball Association)籃球比賽中，特別針對各隊罰球命中率不佳的主力球員進行故意犯規戰術在比賽中屢見不鮮。綜合上述，比賽中針對罰球命中率不佳的主力球員所進行故意犯規戰術日漸頻繁，如何提昇球員的罰球命中率在現代籃球比賽中更是需要強化與提昇的目標之一。

影響罰球的因素涵蓋甚廣，摒除個人的基本動作之外，相關研究指出罰球進球的機率與進入籃框的入球角度有其關連性，一般來說最佳的入球角度大約介於42-48度角之間，也有相關研究指出最佳入球角度為45度。

參、 研究方法與樣本

本次研究主要是探討籃球罰球命中率與入射角度間的關係，研究樣本為國內某大學籃球校隊全隊隊員，參與受測的隊員共有26位。資料收集的工具是採用具有無線傳輸感應器的智能籃球，該感應器可以立即提供每次罰球時入球角度協助研究資料收集(Abdelrasoulb, Mahmoudc, Stergioua, & Katza, 2015; Swedberg, 2013)，為了瞭解入球角度與罰球命中率的關係，本次研究設計主要紀錄每位球

員在罰球線前完成投進 20 顆空心球的角度然後進行分析，為降低罰球命中率的誤差，因此資料收集過程中如果是反彈球或是碰到籃框後再進球的入球皆不列入 20 顆空心球資料收集之中。

智能籃球除了紀錄每次罰球的入球角度，透過平板電腦的 APP 立即呈現該次入球角度(圖 2 所示)，每次練習結束後透過雲端運算科技可以迅速將投籃命中角度經過運算轉換成統計圖表，提供教練與球員分析與訓練計畫的擬定。

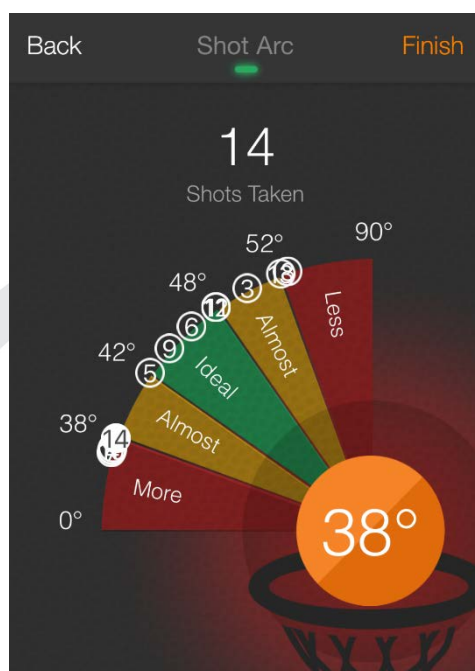


圖 2. 智能籃球入球角度資料示意圖



圖 2. 雲端運算統計資料示意圖

本次所使用的智能籃球，先前研究分析指出該智能籃球在分析籃球入球角度與 Dartfish 影像分析軟體所記錄到的入球角度其 Chronhach $\alpha=0.998$ ，顯示智能籃球分析的角度與 Dartfish 所分析的角度有顯著關連性，顯示智能籃球記錄入球角度分析有其效度(Abdelrasoulb, Mahmoudc, Stergioua, & Katza, 2015)。

肆、研究結果

本次研究樣本總共 26 人，每位樣本需要在罰球線上投進 20 顆空心球(26*20=520 顆)，本次研究中所有樣本總共嘗試 837 次罰球，罰球角度介於 33 度~52 度之間，總罰球命中率為 0.62。由於樣本數目有限，因此在引用本次研究結果時須謹記上述有關本次研究樣本數目的限制。

依照圖 1 所示將罰球範圍分成五個區間，分別為：0 度~37 度(Too Low)，38 度~41 度(Almost)，42 度~48 度(Ideal)，49 度~52 度(Almost)與 53 度~90 度(Too High)。由於本次樣本入球角度介於 33 度~52 度之間，因此 53 度~90 度的資料便不加以呈現。將本次研究所發現入球角度、罰球數與命中數經過整理繪製成圖 3 加以說明。

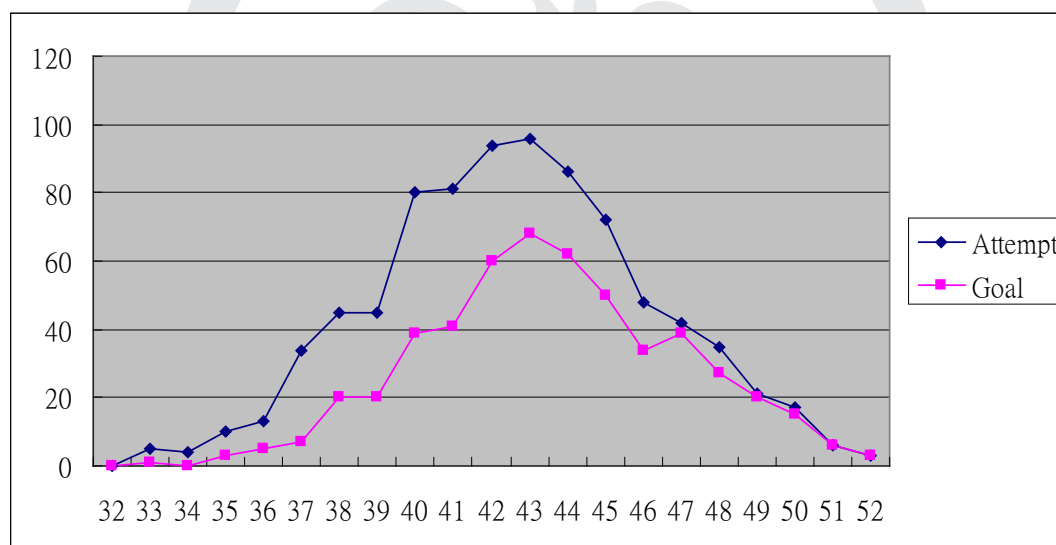


圖 3.罰球角度與罰球數、命中數統計圖

由圖 3 可以發現罰球數最多的角度大約介於 40 度~47 度之間，特別是入球角度為 47 度時，罰球數與命中數最接近。

如果依照上述分類的四個區間(53 度~90 度區間省略)，依照罰球數、入球數與命中率繪製成表 1，從表 1 來看 42 度~48 度區間的罰球數總共 473，命中數為 340，49~52 度區間罰球數為 47，命中數為 44，該區間的罰球數為最少。

表 1.各區間罰球命中率統計表(n=26)

	33 度-37 度	38 度-41 度	42 度-48 度	49 度-52 度
罰球數	66	251	473	47
命中數	16	120	340	44
命中率	0.24	0.47	0.72	0.94

為了進一步探究進球區間角度與總罰球命中率的關係，因此將各區間的命中率與總命中率進行相關分析，並將結果繪製成表 2。

表 2.各區間命中率與總命中率相關分析表(n=26)

	33-37度	38-41度	42-48度	49-52度	總命中率
33-37度		.412*	.366	-.125	.053
38-41度			.334	-.127	.375
42-48度				-.465*	.571**
49-52度					-.129
總命中率					

*p<.05 **p<.01 ***<.000

由表6所示42~48度區間的命中率與總命中率達顯著相關，換言之當提高42~48度區間的命中率對於提昇整體的命中率有顯著相關。

為了探究不同罰球命中率與角度的關係，將本次研究每位樣本罰球命中率依序排列（最高排到最低），排名前 25%設定為高命中率組(n=6)，最後排名 25%為低命中率組(n=9)，其餘位在兩者中間的為中命中率組(n=11)，然後進行 one-way ANOVA 統計分析與 Scheffe 事後比較，結果如表 3 所示。

表 3.不同命中率在罰球角度區間統計分析表(n=26)

	高命中率組 Mean (SD)	中命中率組 Mean (SD)	低命中率組 Mean (SD)	F	
33-37 度(L1)	5.5 (13.6)	19.2(22.61)	1.8(5.55)	3.033	
38-41度(L2)	45.4(36.92)	58.16(26.91)	21.5(16.47)	4.744*	中>低
42-48 度(L3)	89.7(11.24)	80(16.34)	65.4(14.38)	5.257*	高>低
49-52 度(L4)	33.3(51.64)	54.5(52.22)	40.8(48.79)	0.381	
總命中率	81.7(3.51)	66.8(5.33)	51.5(7.79)	46.49***	高>中>低

*p<.05 **p<.01 ***<.000

從表 3 來看高、中、低命中率組在不同角度區間的比較有所差異，在 33~37 度區間三組沒有達顯著差異，在 38~41 度區間中命中率組與低命中率組比較達顯著差異，在 42~48 度區間則是高命中率組與低命中率組比較達顯著差異，整體命中率來看三組之間比較呈現顯著差異。

伍、結論

本次研究發現罰球命中率與入球角度有顯著相關，透過相關性分析發現提高 42~48 度之間的命中率對於整體的罰球命中率有顯著相關。針對不同罰球命中率在罰球角度區間的比較發現，中命中率組在 38~41 度區與低命中率組比較達顯著差異，高命中率組則是在 42~48 度區由於低命中率組。

本次研究的目的是結合 FABRIC 資訊應用模式與運動感應器進行資料收集與分析，由於樣本來自於國內某大學籃球校隊，侷限於該隊總人數(n=26)，因此在研究資料的引用與詮釋上需要注意本研究樣本數的限制。日後相關研究的建議上，可以從增加參與研究的樣本數來進行。

行動科技已經融入到我們日常生活之中，這些科技產品不斷推陳出新，回顧 2016 巴西奧運比賽中，這些資訊科技被廣泛應用在許多運動項目之中，不論在資料分析與擬定訓練計畫都可以看到這些科技產品的應用。近年來，在職業運動的應用更是看到這些科技運用在訓練之中，例如今年美國大聯盟(Major League)所使用的 Statcast 系統、籃球(NBA)與足球的 Catapult 系統。

此外，透過這些科學化數據的呈現提高每次訓練的品質與成效，降低原有因機械性的反覆練習教學模式所造成學習動機與意願低落感(鐘敏華，2016)。這些科技產品除了提供科學化的數據、可視化的資料與學習歷程資料與影像，在學習過程中提供情境感知訊息(Context awareness)(Hwang, 2014)。

未來透過這些科技輔助體育活動會日漸受到重視，尤其長期所累計的大數據資料對於教師(教練)與學生(選手)而言都是重要的資料庫，透過這些資料庫的建立與統計分析提供教師(教練)對於學生(選手)的學習表現有更進一步認識，進而提出差異性教學與訓練計畫，以及透過大數據分析有助於深入瞭解預測學習者的訓練成效，對於提昇相關運動表現有正向的影響。

參考文獻

- 黃昭銘、汪光懿、鄭文玄、宋順亨 (2017)。FABRIC 行動學習模式在體育教學應用與評估-以樂樂棒球揮棒教學為例。《教育科技與學習》，5，117-138。
- 黃國禎 (2012)。行動與無所不在學習的發展與應用。《T&D 飛訊》，141，1-16。
- 鐘敏華 (2016)。談十二年國教健體課綱草案與體育教學因應。《學校體育》，153，24-33。
- Abdelrasoulb, E., Mahmoudc, I., Stergioua, P., & Katza, L. (2015). The accuracy of a real time sensor in an instrumented basketball. *Procedia Engineering*, 112, 202-206.
- Chu, H. C., Hwang, G. J., & Tsai, C. C. (2010). A knowledge engineering approach to developing mindtools for context-aware ubiquitous learning. *Computers & Education*, 54, 289-297.

- Hwang, G. J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments a context aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments, 1*, 4.
- Jeng, Y.-L., Wu, T.-T., Huang, Y.-M., Tan, Q., & Yang, S. J. H. (2010). The Add-on Impact of Mobile Applications in Learning Strategies: A Review Study. *Educational Technology & Society, 13*, 3-11.
- Khelifa, R., Aouadi1, R., Hermassi, S., Chelly, M. S., Jlid, C., & Gabbett, T. J. (2012). Kinematic adjustments in the basketball free throw performed with a reduced hoop diameter rim. *International Journal of Sports Science & Coaching, 7*, 371-381.
- Swedberg, C. (2013). Smart basketball helps athletes sharpen their skills. *RFID Journal*. Retrieved from <http://www.rfidjournal.com/articles/view?10541>
doi:<http://www.rfidjournal.com/articles/view?10541>

