

# 進出分離與需求偏向之自動倉儲系統 績效分析

The performance analysis of an AS/RS with  
input/output separation and demand deviation

指導教授: 郭幸民 博士

研究生: 李安騰

2006-05-29

## 報告流程

- 一、緒論(3)
- 二、文獻回顧(5)
- 三、研究方法及設計(6)
- 四、模擬實驗及分析(16)
- 五、結論與建議(2)

## 研究背景

鑑於國際競爭日益激烈下，自動倉儲(AS/RS)是各產業  
提升物流效率的共識；其優點：

- 一、有效的利用倉儲空間
- 二、節省直接/間接人力成本
- 三、提高產品安全性之保管效率
- 四、精確有效的電腦化搬運控管
- 五、減少等待時間及物流費用

## 研究動機

自動倉儲存取機(S/R Machine)的研究焦點大多集中在：

- ◆ 存取機進出站(I/O Station)在同一側之表現
- ◆ 進出貨時段設計，分配在同一時間內
- ◆ 雙載具(twin shuttle)存取機績效優於單載具(single shuttle)存取機
  - ▶ 當，以上假設不成立時，雙載具是否能達到預期的表現
  - ▶ 又，根據本研究調查雙載具的設置成本約為單載具的1.5倍，雙載具是否具備1.5倍的績效

## 研究目的

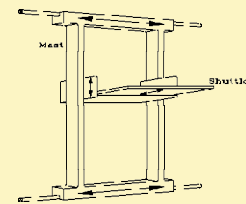
在AS/RS高度不確定與參數結合的系統裡，實際的困難  
發生在量測雙載具系統的搬運能力。

本研究以台灣地區AS/RS存取機使用雙載具比率未達千  
分之四為思路。選擇以模擬方法進一步對進出貨時段不重  
疊及I/O不同側等之實驗，求解其較趨近產業實務面之存取  
機績效表現，並提供業界設置AS/RS之參考。

## 單載具(Single Shuttle)

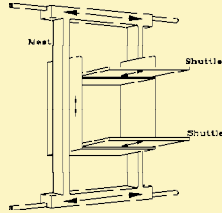
單載具存取機—具有控制簡單之最大優勢，也是

絕大部份事業主所採用  
之設施。許多研究者也  
大都以此為基本假設。  
(Lee, 1996 ; I. Potrc,  
et. al., 2004)



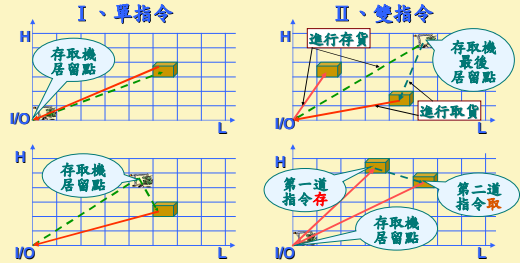
### 雙載具(Twin Shuttle)

雙載具倉儲系統指的是一部存取機同時配備有2台載具  
(Brett A., 1994)。  
其他文獻已有見到3台  
載具之研究探討  
(I. Potrc, et al.,  
2004)。



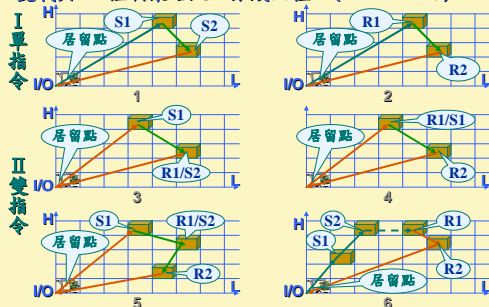
### 單載具控制策略

單載具S/R控制策略大致分成四種：(Jeroen et al., 2000; I.Potrc, et al.,2004)



### 雙載具控制策略

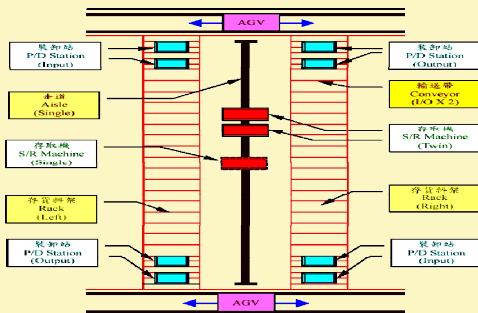
雙載具S/R控制策略大致分成六種：(Charles J., 2000)



### 單、雙載具比較

1. 比較單載具vs. 雙載具，選擇儲位鄰近策略雙載具提高12.82%產量(D.Meller & Mungwattana, 1997)
2. Brett A., 1994 以雙載具雙指令模擬S/R產量較單載具改善44%
3. Charles J., 2000舉例，在一個不平衡(S:R=1:2or3)的存/取系統中雙載具整體績效提高50%
4. Bozer & Cho., 2005研究單載具存取機居留點在I/O處，存/取需求比率為Poisson分配，且S>R之系統不平衡下，因雙指令次數減少，結果雙指令產量能力較單指令為差

### AS/RS佈置



### 基本假設

- (1) 存貨架矩形型式，存取機的動作與速度時間固定。
- (2) 出/入庫站(I/O station)分別在同側或不同側。
- (3) 存/取時段重疊或不重疊，物料抵達以隨機方式。
- (4) 只有一台存取機，X和Y軸能獨立移動；且不考慮存取機走行的加減速問題。
- (5) 存/取命令以先到先接(FIFS)為主要原則。
- (6) 雙載具同時具有單載具的功能。

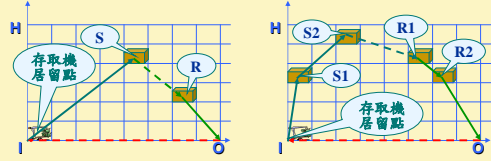
### 問題定義

在理想的假設條件下，AS/RS在I/O同一側，S/R 重疊作業，現有文獻顯示雙載具比單載具的績效好。  
 假設，I/O不同側，S/R進出貨時段不重疊，由於雙載具的設置成本較高。因此，本研究想要了解雙載具的績效是否能達到單載具的1.5倍。  
 所以，在AS/RS相同的硬體結構下，問題定義在評估這兩種環境對績效表現的影響幅度。

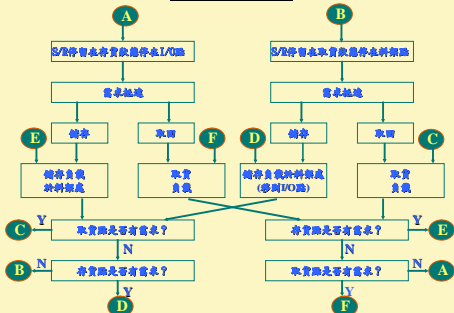
### S/R控制定義

I/O分離時控制模式：

I. 單載具(single shuttle) II. 雙載具(twin shuttle)



### 存取程序



### 實驗設計

本研究針對單/雙載具二系統出入口分/不分離，進出貨時段重/不重疊設計實驗如下：  
 實驗一：平均存/取等候時間 < 1，進出負荷比較  
 實驗二：平均存/取等候時間 < 5，進出負荷比較  
 實驗三：雙/單載具進出負荷比固定為1.5倍時，平均存/取等候時間的比較  
 實驗四：其他實驗，變動實驗因子 rack shape factor b，觀察系統績效差距的變化。

### 參數定義

結構參數：  
 H：儲存料架高度(rack height)  
 L：儲存料架長度(rack length)  
 $V_h$ ：S/R水平速度(horizontal S/R machine velocity)  
 $V_v$ ：S/R垂直速度(vertical S/R machine velocity)  
 $t_h$ ：自I/O點到最終儲存料架之作業時間(= $L/V_h$ )  
 $t_v$ ：自I/O點到最頂儲存料架之作業時間(= $H/V_v$ )  
 T：最大值(max,  $t_h$ ,  $t_v$ ;)常態因素(normalization factor)  
 b：最小值(min,  $t_h/T$ ,  $t_v/T$ ;)儲存料架模型因素(rack shape factor) [ $0 < b \leq 1$ ]

### 模組設計

數學模式：(Brett A.,1994)  
 E(SC)：單載具單指令旅行時間  
 $E(SC) = [1 + b^2/3]T$   
 E(TB)：單載具雙指令(存貨點與取貨點之間)旅行時間  
 $E(TB) = [1/3 + b^2/6 - b^3/30]$   
 E(DC)：單載具雙指令總旅行時間  
 $E(DC) = E(SC) + E(TB)$   
 $= [4/3 + b^2/2 - b^3/30]$

### 資料分析

- 本研究之模擬實驗主要邏輯部份是以模擬軟體Arena 8.0版，輔以Excel建構。評估S/R系統的績效：
1. 存/取平均等候時間
  2. 在存/取存等候時間限制下，物件存取速率之最高負荷
  3. 存取機的平均使用率

### 模擬實驗

模擬實驗環境假設如下：

1. 只考慮一存取機及二存貨架。
2. 存貨需求：一次一機板或一次二機板。
3. 取貨需求：一次一機板或一次二機板。
4. 抵達時間：隨機抵達。
5. L：料架長，H：料架高， $V_h$ ：存取機水平速度(fpm)， $V_v$ ：存取機上升速度(fpm)。
6. 同一批物料需求以FCFS決策規則。

### 模擬參數

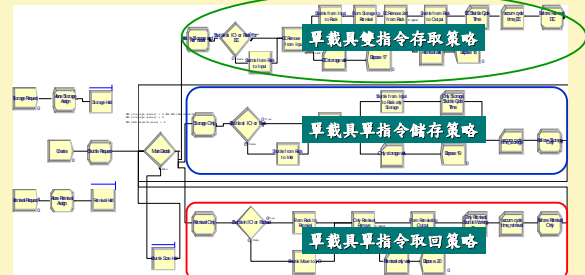
- ◆ 存/取排程：8~16時/日；7天/週
- ◆ 模擬回轉長度：360天，共計回轉10次
- ◆ 參數表：(O：Output；I：Input；R：Rack)

項目	參數	項目	參數
b值	0.525	O→R(空載)	UNIF(0,0.546)
I→R(twin QC負載)	UNIF(0.1,0.646)	R→I(空載)	UNIF(0,0.546)
R→O(twin QC負載)	UNIF(0.1,0.646)	R→R(空載)	UNIF(0,0.374)
R→R(twin QC負載)	UNIF(0.1,0.374)	O→I	UNIF(1,1)

註：本研究之各項模擬結果誤差值在 5% 以內。

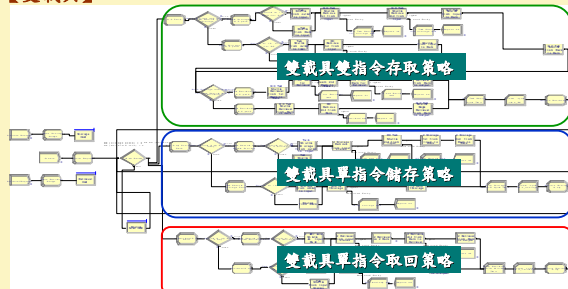
### 模擬程式設計(一)

#### 【單載具】



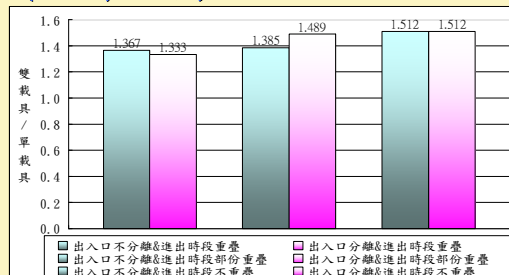
### 模擬程式設計(二)

#### 【雙載具】



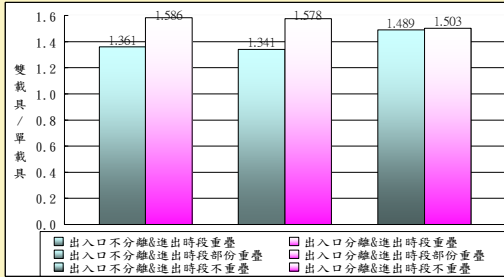
### 模擬結果之一

▷ 單/雙載具在固定平均等待時間下之最高負荷效益比 (b=0.525, w.t.<1)



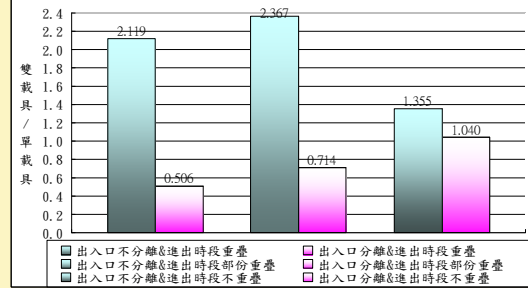
### 模擬結果之二

>單/雙載具在固定平均等待時間下之最高負荷效益比  
( $b=0.525, w.t.<5$ )



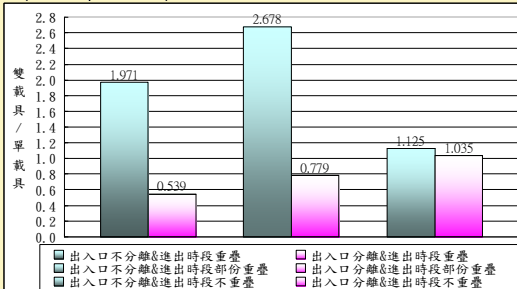
### 模擬結果之三

>單/雙載具在最高負荷速率下之最低平均存貨等待時間效益比  
( $b=0.525, s.f.=1.5$ )



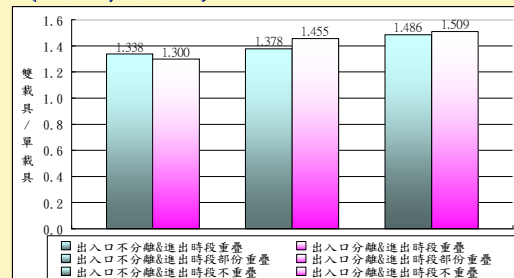
### 模擬結果之四

>單/雙載具在最高負荷速率下之最低平均取貨等待時間效益比  
( $b=0.525, s.f.=1.5$ )



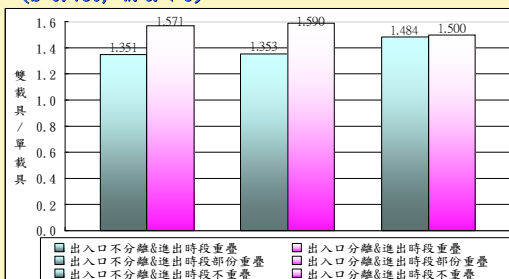
### 模擬結果之五

>單/雙載具在固定平均等待時間下之最高負荷效益比  
( $b=0.750, w.t.<1$ )



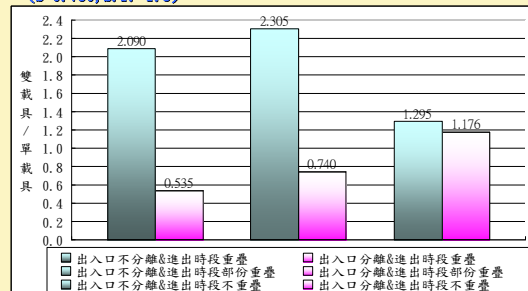
### 模擬結果之六

>單/雙載具在固定平均等待時間下之最高負荷效益比  
( $b=0.750, w.t.<5$ )



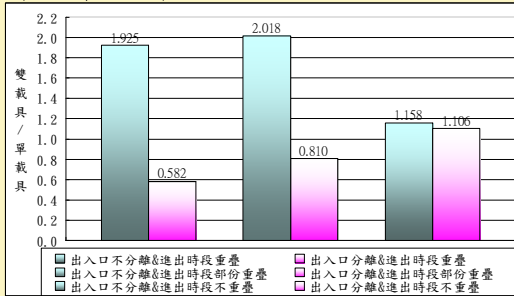
### 模擬結果之七

>單/雙載具在最高負荷速率下之最低平均存貨等待時間效益比  
( $b=0.750, s.f.=1.5$ )



### 模擬結果之八

單/雙載具在最高負載速率下之最低平均取貨等待時間效益比  
( $b=0.750, s. f.=1.5$ )



### 結論

- (1) 雙載具建置成本高於單載具二分之一以上時，除了出入口分離且進出時段有重疊外，雙載具不具有優勢。
- (2) 雙載具因不具有控制簡單及靈活性，當負載速率較輕時，雙載具也不具有較佳表現。
- (3) 改善AS/RS料架結構，對雙載具的績效改善，無明顯差異。

### 建議

- (1) 本研究存取機層留點選擇策略是以動態模式進行，未來可考慮層留點在料架中間位置，會不會提高雙載具之績效。
- (2) 針對本研究績效評估可以加入運作成本及風險控管之量化，使評估準則更具體，更有說服力。
- (3) 進出不以先到先接為原則，而選擇以最短完成時間策略，二系統差異又如何

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION