



國立雲林科技大學工業工程與管理所

Graduate school of Industrial Engineering & Management,  
National Yunlin University of Science & Technology



# » A genetic algorithm approach to determine the sample size for attribute control charts

出處：SDOL

Information Sciences  
179 (2009) 1552–1566

作者：Ihsan Kaya

報告學生：田馥華

指導老師：童超塵教授



系統可靠度實驗室 System Reliability Lab.

<http://campusweb.yuntech.edu.tw/~qre/index.htm>

# Abstract

- ❖ 本文使用I. Kaya, O. Engin, A new approach to define sample size at attributes control chart in multistage processes: an application in engine piston manufacturing process 文獻中的模型。
- ❖ 基於**最小化成本**與**最大化可接收率**來決定其計數管制圖(ACCs)的樣本大小。
- ❖ 其使用基因演算法(GAs)解決問題，原文獻使用**線性二元法**呈現，而本文使用**線性實際值法**呈現。



# Abstract

- ❖ GAs的表現依賴於**突變**跟**交配**的作業與其比率值的決定。
- ❖ 使用五種不同的搭配應用於汽車發動機廠，進行比較後決定其最適當的作業搭配。
- ❖ GAs決定樣本後，建構U管制圖監控工廠的活塞生產。



# Contents

## Keywords :

過程管制、基因演算法、u管制圖、  
樣本大小、線性真實值呈現

1

Introduction

2

Genetic algorithms

3

The proposed model

4

Computational results

5

An application in a piston  
manufacturing process

6

Conclusions



# Introduction

- ❖ 如果欲衡量數字尺度的特性，使用計量管制圖。
- ❖ 如果品質相關特性不能輕易地以數字形式表示，使用計數管制圖。
- ❖ 品質限制像品質成本、錯誤率、可接收概率、消費者和生產者風險等...本文由以上限制制定一個多階段程序模型，並使用GAs解決。
- ❖ 近幾年，GAs已成功應用於解決品質管制問題。



# Genetic algorithms

- ❖ 基因演算法是由Holland發展出的一種搜尋演算法基於天擇與遺傳(達爾文物競天擇，適者生存)的概念尋找決策空間的最佳解。
- ❖ 一串序列代表一套決策(染色體組合)，這是一個問題的潛在解決辦法。每個序列評估適應度函數(目標函數)的表現。
- ❖ 擁有更佳表現的(適應值)將比表現較差的更容易存活。
- ❖ 基因資訊序列間交配進行交換和突變。反覆直到新一代的序列是完全相同或特定的條件得到滿足。



# Genetic algorithms

## ❖ 根本的運作由三個作業組成：

- 起始適應值的演化
- 基因庫的組成
- 重組和突變

## ❖ GAs的一般循環和運作為：

- 個體由三個作業的下代種族獲得。過程重複直到演化系統停止。
- 個體使基因庫按比例形成相對的適應值；好的個體有更多複製，而不好的個體有比以往更少的複製。
- 重組發生依賴於交配作業。下一代由新染色體組成。
- 基因突變依賴於有助於確保種群多樣性。

## ❖ GAs組成由四個主要部分：編碼、選擇、再生和終止。



# Genetic algorithms



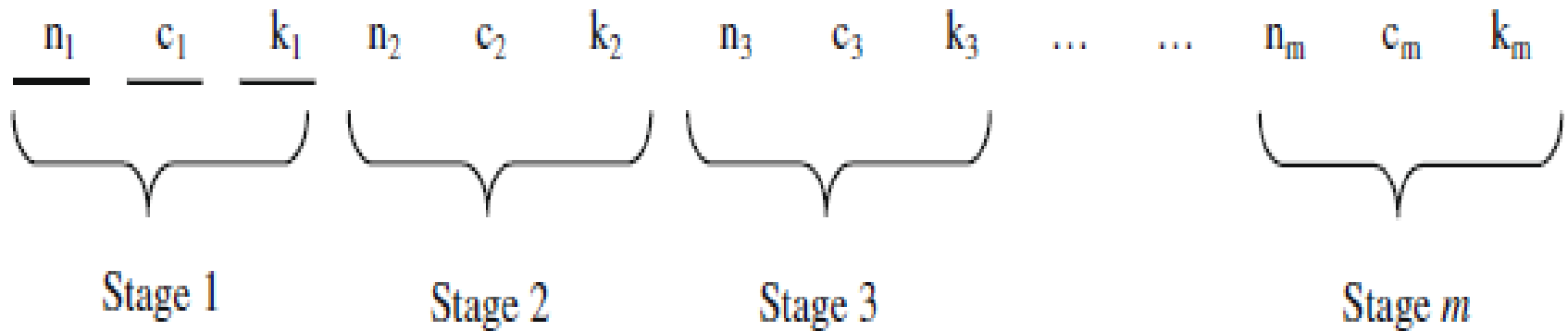
此文使用  
實際值編碼、  
輪盤法選擇、  
再生(以  
位置為基礎的交配方式、  
隨機選取鄰近點的突變方式)、  
終止





# The proposed model

- ❖ 本文中，模型基於可接受率與抽樣成本建議對於ACCs多階段過程的樣本大小決定。



*n*: Sample size

*c*: Acceptance Number

*k*: defective number, which is determined in inspection

Fig. 2. The structure of a chromosome in the proposed model.



# The proposed model

- ❖  $m$  : stage數量
- ❖  $t_i$  : 工作檯 $i$ 的產品缺陷率 (stage  $i$ )
- ❖  $h_i$  : 原料的產品缺陷率
- ❖  $p_i$  : stage  $i$ 的產品缺陷比率
- ❖  $N_i$  : stage  $i$ 的批量
- ❖  $n_i$  : stage  $i$ 的樣本大小
- ❖  $c_i$  : stage  $i$ 的可接受數量
- ❖  $k_i$  : stage  $i$ 發現的產品缺陷數量
- ❖  $D_i$  : stage  $i$ 的全部產品缺陷數量
- ❖  $u_i$  : stage  $i$ 的製造成本
- ❖  $r_i$  : stage  $i$ 的拒絕成本
- ❖  $C_{k_i}$  : stage  $i$ 的產品缺陷成本
- ❖  $\mu_i$  : stage  $i$ 的檢驗成本
- ❖  $P_{a_i}$  : stage  $i$ 的可接受率
- ❖  $P_{aT}$  : 所有stages的全部可接受比率



# The proposed model

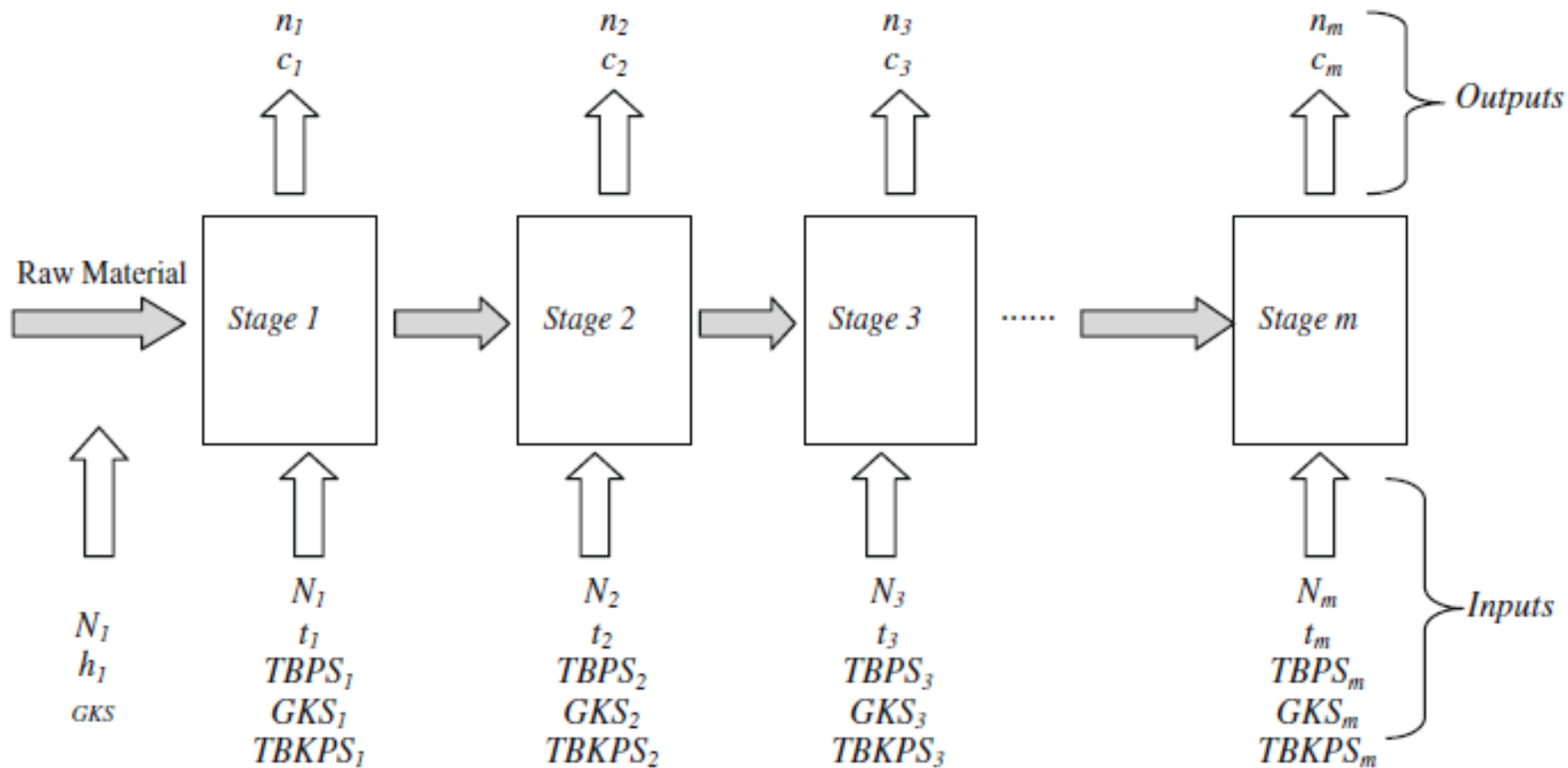


Fig. 3. Representation of the multistage process.

GKS  $i$ : stage  $i$  進入的產品缺陷數量

TBPS  $i$ : stage  $i$  損壞的產品缺陷數量

TBKPS  $i$ : stage  $i$  損壞的產品缺陷數量, 其缺陷在stage  $i$  1

$k$   $i$ : stage  $i$  發現的缺陷數量



# The proposed model

- ❖  $GKS_i = N_i^* h_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$
- ❖  $TBPS_i = N_i^* t_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$
- ❖  $TBKPS_1 = h^* t_1^* N_1$   
 $TBKPS_i = D_{i-1}^* t_i \quad i = 2, 3, \dots, m$
- ❖  $D_i = GKS_i + TBPS_i - TBKPS_i$
- ❖  $N_1 = N$   
 $N_i = N_{i-1} - k_{i-1} \quad i = 2, 3, \dots, m$
- ❖  $p_i = \frac{D_i}{N_i}$



# The proposed model

$$\diamond P_{ai} = \sum_{x=0}^{c_i} \frac{\binom{D_i}{x} \binom{N_i - D_i}{n_i - x}}{\binom{N_i}{n_i}}$$

$$P_{aT} = \prod_{i=1}^m P_{ai}$$

$$\diamond \min C = \sum_{i=1}^m n_i * mu_i + \sum_{i=1}^m k_i \sum_{j=1}^i u_j + \sum_{i=1}^m (r_i^* p_i + [(N_i - n_i)^* p_i^* C_{ki} - r_i]^* P_{ai})$$

$\diamond$  Subject to:

$$P_{aT} \geq P_{aT}^*$$

$$n_i \geq c_i$$

$$n_i \geq k_i$$

$$c_i, k_i \leq D_i$$



# The proposed model

Parameter	Value
Number of stages	6
Lot size in stage	500
Defective item rate for raw material (%)	1
Defective item rate for stage (%)	1
Manufacturing cost	100
Rejection cost	100
Cost of a defect item	75
Inspection cost	25
Total acceptance probability	0.90
Number of Running	25
Population Size	300
Crossover Ratio	1.0
Mutation Ratio	0.8
Number of Generation	100
Crossover Operator	Position Based Crossover (PBX)
Mutation Operator	Neighbor Exchange Mutation

**START**

Fig. 4. The first stage of the computer program.



**Table 4**  
Results for mutation ratios.

Mutation ratio	Minimum cost	Average min. cost
0.0	21,243.217	24,491.765
<b>0.1</b>	<b>13,879.211</b>	<b>17,880.061</b>
0.2	22,691.012	24,751.547
0.3	21,348.736	23,403.495
0.4	21,438.414	24,157.141
0.5	22,927.235	26,730.896
0.6	21,037.817	28,733.533
0.7	20,075.932	24,370.548
0.8	22,398.442	24,482.610
0.9	19,144.554	20,555.131
1.0	19,556.293	20,788.963

**Table 5**  
The best parameters of GA based on binary and real-valued representation.

Parameter	Linear real-valued encoding	Binary encoding
Crossover parameter	<i>Position-based crossover (PBX)</i>	<i>Linear order crossover (LOX)</i>
Crossover ratio	1.0	0.9
Mutation parameter	<i>Neighbour exchange mutation (NEM)</i>	<i>Neighbor exchange mutation (NEM)</i>
Mutation ratio	0.1	0.2

Linear order crossover (LOX)	Neighbour exchange mutation	14,004.501	24,110.000	0.9502
	Reciprocal exchange mutation	19,358.649	22,494.407	0.9509
	Triplet mutation	25,812.574	28,904.669	0.9356
	Insertion mutation	21,005.291	24,926.201	0.9953
	Inversion mutation	24,476.825	37,173.336	0.9368
	Neighbour exchange mutation	28,603.646	40,529.260	0.9177
	Reciprocal exchange mutation	38,984.565	37,987.124	0.9792
	Triplet mutation	23,116.552	35,445.531	0.9100
	Insertion mutation	28,332.654	34,465.381	0.9603

# An application in a piston manufacturing process

Table 6

Example of the multistage inspection problems for piston manufacturing process.

	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
$N_i$	500	499	498	497	491	489
$h_i$ (%)	0.1	0.0	0.0	0.0	1.01	1.43
$t_i$ (%)	0.21	0.3	0.3	0.3	0.1	0.15
$m_i$	10	10	10	10	8	7
$u_i$	75	70	70	70	50	50
$r_i$	100	100	100	100	70	75
$C_{ki}$	85	70	70	70	70	90
$GKS_i$	0	1	1	1	5	7
$n_i$	4	5	5	5	4	5
$c_i$	1	1	1	1	2	1
$P_{ai}$	0.99999	1.0	1.0	1.0	0.99118	0.999665
$Cost_i$	21.92	80.00	5,386.54	811.5987	2,381.29	2,620.878
$Pat$	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90



Fig. 5. Picture of a piston.





# An application in a piston manufacturing process

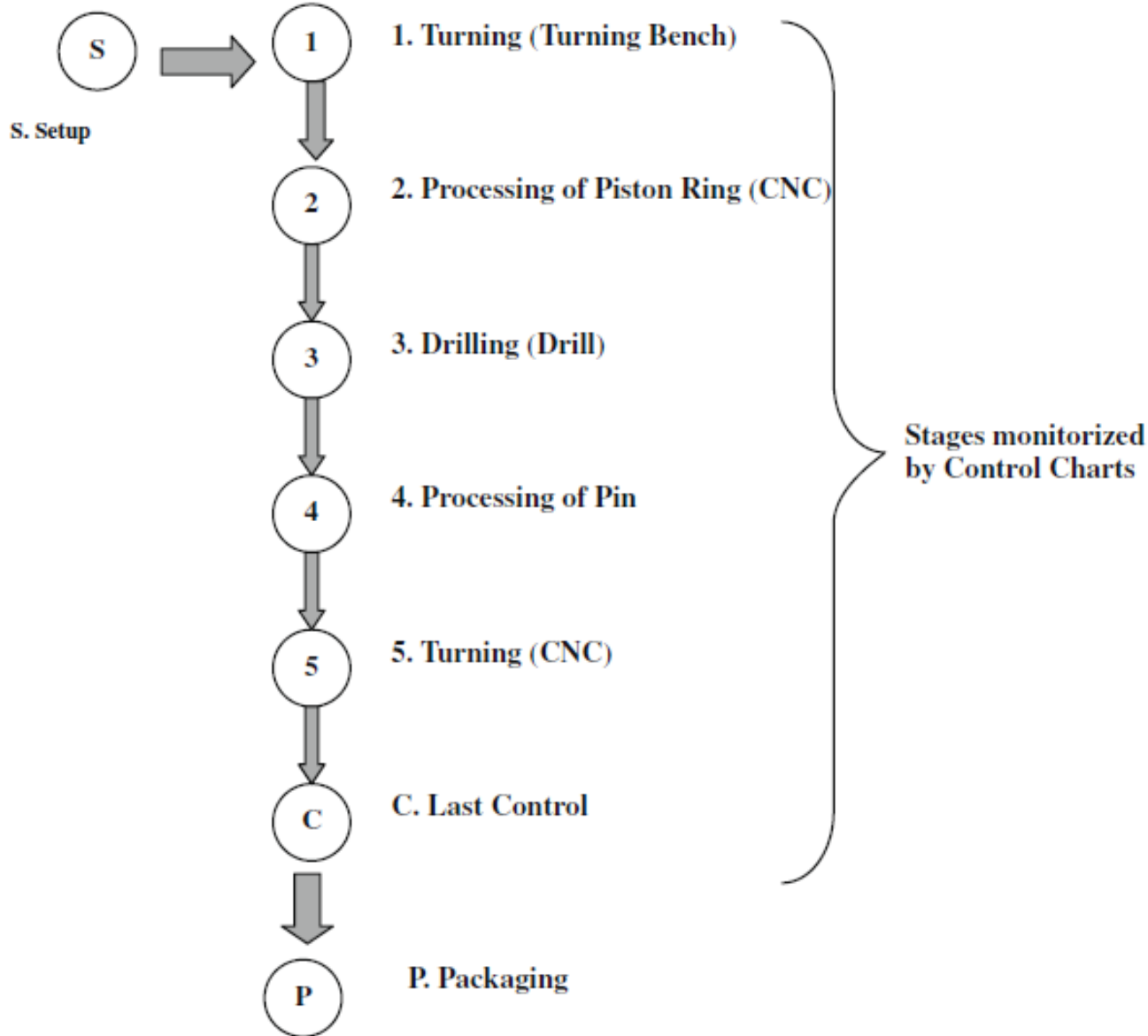


Fig. 6. Production stages of pistons.



### Stage-6

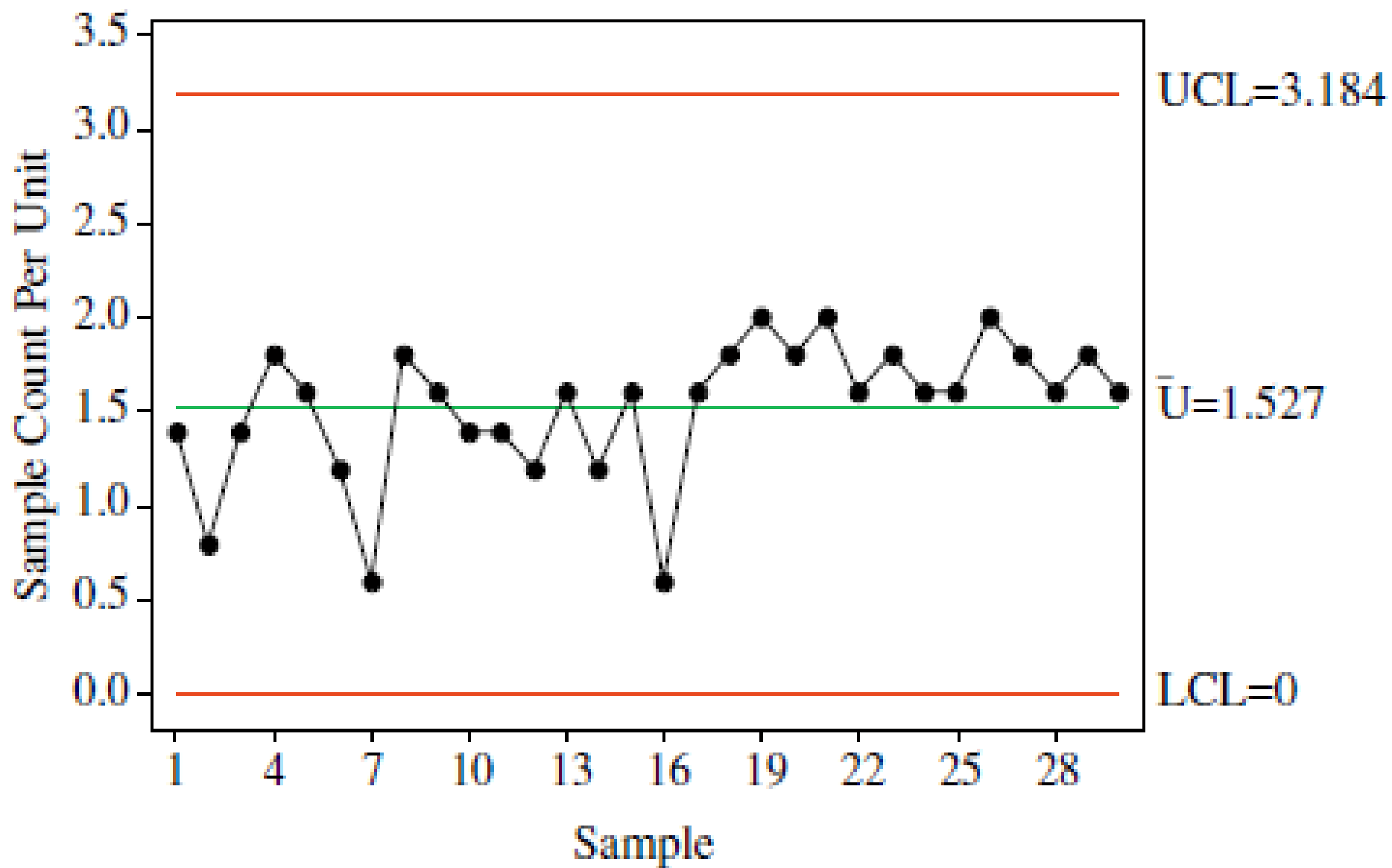


Fig. 12.  $\bar{u}$ -Control chart for Stage 6.

# Conclusions

- ❖ GAs的參數影響是顯著的，因此決定正確的交配和突變作業比率是非常重要的。
- ❖ 當樣本大小改變，GAs可以有效發展出新的情況。
- ❖ 適當的活塞生產線，分為六個階段分別建構u ACCs，其樣本大小分別為4.5.7.7.4.5。其全為管制內，代表Gas能夠成功的決定適當的ACCs樣本大小。
- ❖ 未來研究：
  - 使用此模型來討論不同的生產階段
  - GA的表現可以和其他啟發式運算法像人工免疫系統比較





國立雲林科技大學工業工程與管理所

Graduate school of Industrial Engineering & Management,  
National Yunlin University of Science & Technology



# Thank You !



系統可靠度實驗室 System Reliability Lab.

<http://campusweb.yuntech.edu.tw/~qre/index.htm>