

智慧運輸系統財務可行性評估研究－以衛星計程車為例

黃國平¹、簡任志²、連仁宗³

- 1、國立成功大學交通管理科學系副教授 hwangis@mail.ncku.edu.tw
- 2、國立成功大學交通管理科學系碩士 r5692107@ccmail.ncku.edu.tw
- 3、交通部公路總局南部汽車技術訓練中心講師 thbstcg@thbstc.gov.tw

摘 要

衛星派遣計程車除了提供乘客便捷與安全之乘車服務以吸引民眾搭乘意願外，並能降低定點排班或空車巡迴等成本而提高營運績效，但其投資成本之回收績效將影響業者與司機的投資決策。本研究經由對業者深度訪談及對乘客敘述性偏好調查以計算衛星計程車隊之營運成本與市場需求價格彈性，再依不同車隊規模與營收成長比例概估不同投資組合下業者與司機之可能回收時程。

消費者需求分析中，問卷調查結果發現計程車之需求價格彈性約為 2.9，因此除非能有效節省成本，否則若因建置衛星派遣系統而調漲車資，其總收入將會減少。反之，若搭乘衛星計程車不加價，則有六成以上的乘客將會提高其搭車頻率，表示建置衛星派遣系統對於民眾之搭乘需求有正面的影響。

在投資成本回收之分析中，若政府補助業者建置硬體的費用，則對業者的獲利與計程車司機之成本回收最為有利；若無政府補助，則以業者和司機共同合資建置的方式最為有利，且司機可於一年內回收投資費用，業者也有機會提高獲利；若由業者獨自支出建置成本，則業者之回收時間介於一年半至四年之間，且投資風險較高。

關鍵字：智慧運輸系統、財務可行性、衛星計程車

一、前言

2002 年台北市台灣大車隊發生財務危機，導致司機與業者產生爭議而使系統局部暫停服務。2005 年底/2006 年初，高速公路電子收費因財務回收機制與財務效益之問題而引起諸多爭議。至 2006 年 1 月為止，發卡數量已達 550 萬餘張的台北悠遊卡亦存有 1 億 5 千萬的赤字。交通部所補助建置的中部地區一卡通系統，亦因系統建置策略及市場與行銷等問題而遲滯不前，且頻傳財務議題。由以上實際案例可知，評估建置智慧型運輸系統（ITS）之可行性時，除技術面因素外，財務上之評估考量亦同等重要。

因此本研究以台中市為主要範圍，以問卷調查之方式對計程車運輸市場需求進行分析，並透過業者訪談以了解衛星派遣計程車之相關成本問題，最後結合市場需求與營運成本進行投資建置成本之回收時程以評估各種可能投資組合之優劣。希望本研究能作為爾後縣市考慮建置衛星派遣計程車系統之參考，並為後續研究帶來拋磚引玉的效果。

二、衛星派遣計程車

衛星派遣計程車是應用先進衛星定位系統及 GPRS 進行精準車輛定位、資訊與通信等技術整合的系統〔1,2,3,4〕。該系統透過掌握每輛計程車之即時行車營運狀況，提供乘客便捷與安全之乘車服務，並能降低定點排班或空車巡迴等成本而提高營運績效。因此衛星定位派遣服務在歐美、亞洲及澳洲之主要國家均已相當普遍地被採用〔5,7,8,9〕，而我國亦自民國 91 年起陸續於台北市、台中地區、新竹市等地區推動該系統。

在提高乘客安全性方面，Karimi(1993)認為與計程車有關的犯罪事件不斷出現使得計程車的安全問題逐漸受到重視，而以 GPS 為基礎的追蹤系統可以作為解決計程車安全問題的方式之一〔8〕。Liao(2003)的研究發現相較於無線電計程車，利用 GPS 智慧型計程車派遣系統可顯著地提昇計程車業者的準確性、通訊能力以及生產力〔7〕。此外，Silva(2003)利用 LBS(location-based services)結合網路、無線通訊、GIS、定位技術以及行動通訊對計程車派遣問題進行最佳化與模擬研究，結果顯示新的派遣方式較傳統方式更有效，有助車隊管理，並縮短載客距離與時間〔9〕。

三、運輸需求分析

由於建置衛星計程車派遣系統所增加之成本可能牽動民眾搭乘車資的上漲，進而影響其搭乘意願，因此本研究於問卷中分別就衛星計程車之安全性、可靠性與便利性對受訪者進行計程車選擇傾向調查，結果發現當業者採用衛星派遣系統時，有 62% 民眾認為會增加平常搭車的頻率，而只有 38% 的民眾不會增加搭車頻率〔5〕。此外，有關搭乘衛星計程車之額外支出與民眾之選擇情形經問卷調查結果如表 1 所示。

表 1. 計程車選擇傾向

問卷項目	計程車選擇比例	衛星計程車多收之車資			
		不多收車資	多收 10 元	多收 20 元	多收 30 元
衛星計程車較安全	一般計程車	14%	34%	53%	81%
	衛星計程車	86%	66%	47%	19%
衛星計程車較可靠	一般計程車	16%	36%	60%	83%
	衛星計程車	84%	64%	40%	17%
衛星計程車較便利	一般計程車	21%	41%	63%	85%
	衛星計程車	79%	59%	37%	15%

從表 1 得知，當車資相同時，民眾選擇衛星計程車的比例平均為 83%，車資上漲 10 元時則降為 63%。此外，統計受訪者回答其搭乘計程車每趟之基本車資約為 100 元，因此當車資提高為 110 元時，其需求彈性大約等於 2.9。由於需求彈性大於 1，就經濟學理論而言，計程車若因建置衛星派遣系統而調漲車資，其總收入將會減少，因此除非能有效地大幅節省成本，否則衛星計程車隊現階段並無調漲車資的空間。

四、業者成本分析

為獲得計程車之相關成本與營運資料，本研究參考張學孔與黃世明之「計程車最適

費率與空車率之研究」〔6〕本研究分別與中南部四家業者(包括衛星車隊、一般車行與無線電車行)進行訪談。根據業者提供的資料，建置衛星派遣系統所需各項成本估計如表 2 所示。

表2. 衛星派遣系統建置成本

項目	說明	費用	備註
派遣中心建置費用	初期建置費用	500 萬元	固定成本
車機費用	初期建置費用	每台 20,000 元	固定成本
營業費用			
人事費用	電腦工程師 1 人，派遣中心(三班制)共 9 人，合計 10 人	每人平均薪資 3 萬元，每月共 30 萬元	變動成本
事務費用	行銷費、房租、水電費、維護費、庶務費等	約三分之二人事費用，每月 20 萬元	變動成本
辦公設備費	冷氣空調、OA 辦公設備(初期建置費用)	50 萬元	固定成本
GPRS 通訊費		每輛每月 500 元	變動成本
服務費	包括派遣費用(為業者之收入)	每輛每月 2,500 元或 2,000 元	變動成本

此外，由於目前台中市計程車以定點排班居多而非電話叫車，因此每趟載客總時間應該包括：前往乘客上車地點所需時間、實際載客所費時間(約 9 分鐘)、及空車回程或巡迴時間。假設前往乘客上車地點需時 5 分鐘，而空車回程或巡迴攬客所需時間為載客行駛時間之 1.2 倍(行車速率較車內有載客時慢)，因此每趟載客總時間為： $5 + 9 + 9 \times 1.2 = 24.8$ (分鐘)，約略以 25 分鐘估算¹。其他相關營運基本數據如表 3 所示。

表3. 台中市計程車營運基本資料表

數據項目	附註
駕駛每天營業總收入：2,000 元	
平均每趟車資：約 110 元	每天載客趟數：18.18 趟
每天營業時數：12 小時，720 分鐘	
司機每月工作天數：27.5 天	
台中都會區行駛速率：21.7 公里/小時	
燃油每公里車成本= 2.99(元/公里)	
附屬油料成本= 0.15(元/公里)	
車輛折舊成本= 1.68(元/公里)	
維修費用= 0.50(元/公里)	
變動成本總計	5.32(元/公里)
每趟載客行駛距離(以平均車資 110 元計算)	$1.5 + 7 \times 0.25 = 3.25$ (公里)
每趟載客所需時間	$(3.25/21.7) \times 60 \approx 9$ (分鐘/趟)
平均服務費：1,200 元(未使用衛星派遣)	$(2,000 + 1,000 + 600) / 3$
每趟載客總時間：25 分鐘	
每趟載客行駛總距離	$(25 / 60) \times 21.7 = 9$ (公里/趟)
每趟載客總變動成本	$5.32 \times 9 = 47.88$ (元/趟)
每天載客趟數上限	$720 \div 25 = 28.8$ (趟)

五、系統投資回收敏感度分析

5.1 情境 1 — 司機參與並分攤建置系統之固定成本

¹此一計算方法與結果於深度訪談中獲得業者之認同

假設除通訊費外之人事費、事務費等營業費用(變動成本)由業者負擔，而派遣中心與車機等設備固定成本由參與之司機平均分攤，但司機可繳交較低的服務費 2,000 元(原服務費 1,200 元+派遣費 800 元)，則每位司機必須負擔的費用如表 4 所示。

表4. 每位司機需負擔之固定成本與增加的變動成本

車輛數	成本項目	每位司機需負擔之費用
300 台	固定成本	$(500 \text{ 萬} + 50 \text{ 萬}) / 300 + 20,000 = \mathbf{38,333(元)}$
	變動成本(月)	通訊費：500 元、派遣費：800 元
400 台	固定成本	$(500 \text{ 萬} + 50 \text{ 萬}) / 400 + 20,000 = \mathbf{33,750(元)}$
	變動成本(月)	通訊費：500 元、派遣費：800 元
500 台	固定成本	$(500 \text{ 萬} + 50 \text{ 萬}) / 500 + 20,000 = \mathbf{31,000(元)}$
	變動成本(月)	通訊費：500 元、派遣費：800 元
600 台	固定成本	$(500 \text{ 萬} + 50 \text{ 萬}) / 600 + 20,000 = \mathbf{29,167(元)}$
	變動成本(月)	通訊費：500 元、派遣費：800 元

5.1.1 司機投資回收時間

由於預期衛星派遣系統之採用將帶來營收的正向成長，因此本研究採以「較過去多增加的淨收入」作為沖銷投資固定成本的方式計算司機參與投資的回收時間，其演算邏輯如圖 1 所示：

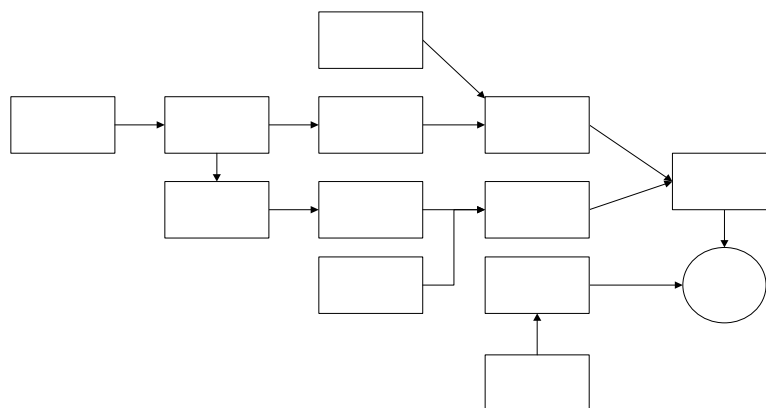


圖1. 回收時間計算邏輯圖

而每人每月「較過去多增加的淨收入」之公式為：

$$(R' - 2000) \times D - [(R' \div \text{車資}) - 18.18] \times 47.88 \times D - \text{通訊費與派遣費} \quad (F-1)$$

其中，R' 為變動後的每日營收；D 為每月營業天數(以 27.5 天計算)

通訊費用：500 元，派遣費：800 元；且 $(R' \div \text{車資}) \leq 28.8$

依此公式就不同之營收成長比例(3% ~ 7%)與計程車輛數(300、400、500、600 輛)計算車資變動與否，分別討論司機之獲利與回收情形如下：

一、車資不變時的回收時間

若搭乘衛星計程車之車資不變，計算在各種不同車隊規模與營收成長比例下司機參與投資的回收時間如圖 2 所示。整體而言，回收時間介於 6 個月至 11 個月之間；然而，當每個月營收成長由 3% 上升至 4% 時，不同車輛數之回收時間均約可縮短 1.5 個月；此

外，當車輛數由 300 輛上升至 400 輛時，各種營收成長比例下之回收時間大致縮短半個月，此為變動幅度較大者，故可將 400 輛車視為衛星車隊投資規模之門檻。

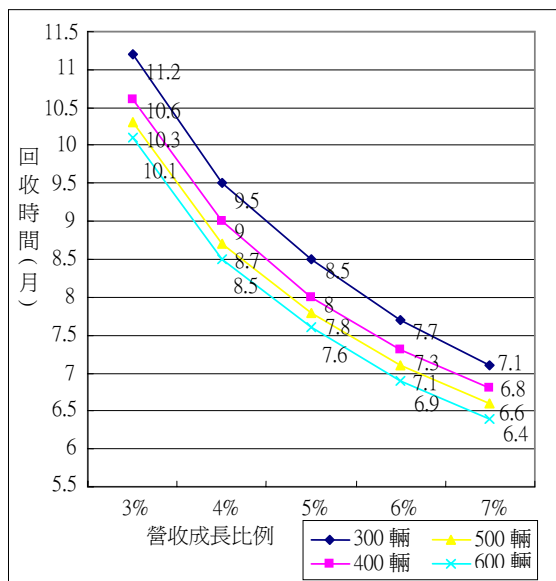


圖 2. 車資不變下回收時間

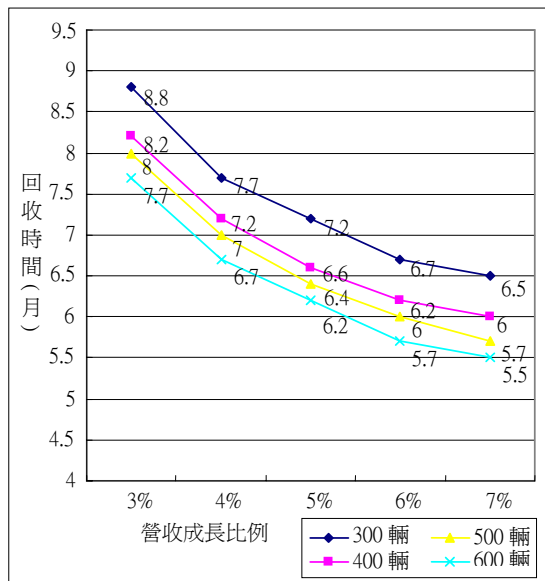


圖 3. 優惠車資回收時間

二、優惠車資時的回收時間

假設乘客每次搭乘衛星計乘車均可享受減價 10 元的促銷費率，則平均車資由 110 元下降為 100 元(減少 9%)，在需求彈性為 2.9 的情境下，每日載客趟數會向上變動 26.1%，故第一個月司機每日總營收等於： $100 \times 18.18 \times (1 + 0.261) = 2,292.5$ 元。此後將新的起始營收值帶入(F-1)式可得各種不同車隊規模與營收成長比例下司機參與投資的回收時間如圖 2 所示。比較圖 3 與圖 2，當優惠車資後，司機之投資回收時間較車資不變時約縮短 1 ~ 2 個月，因此優惠車資對於司機較為有利。此外，由圖 3 亦可看出車隊之規模亦以 400 輛以上為有利。

5.1.2 業者的營收：

由於業者每個月支出大約 50 萬元營業費用(假設不隨車輛數上升而增加)，而其收入來源為司機每個月繳交之服務費(2,000 元/車)，因此業者每月之淨收入為： $2000 \times \text{車輛數} - 500,000$ 。因此，只要車隊規模達 300 輛，業者之淨收入即可達 10 萬元以上，且參與之車輛愈多，其淨收入愈高。

5.2 情境 2 — 系統建置完全由業者自行負擔

5.2.1 業者之回收時間

業者之收入主要來自於每個月向司機收取的服務費。假設司機繳交之服務費為 2,500 元(派遣費 1,300+服務費 1,200 元)，則業者每月之總收入為： $\text{車輛數} \times 2,500$ 元。由於通訊費由司機支出，因此業者之變動成本主要為人事與事務費用，每個月約 50 萬元；固定成本則包括派遣中心建置費、車機費用與辦公設備費等，等於： $500 \text{ 萬元} + 2 \text{ 萬元} \times \text{車輛數} + 50 \text{ 萬元}$ 。

以「較過去多增加的淨收入」作為沖銷投資固定成本的方式計算投資的回收時間，即： $\text{固定成本} \div (\text{每月總收入} - \text{每月變動成本})$ 。其計算結果如表 5 所示。不同車隊規模下業者之回收時間約在一年半到四年之間，其中車輛數由 300 輛上升至 400 輛時，回收時間可減少之幅度最大(20 個月)，此與 5.1 節以 400 輛為車隊規模之門檻的結論相同。

表5. 情境2業者回收情形表

車輛數	300輛	400輛	500輛	600輛
每月總收入	750,000	1,000,000	1,250,000	1,500,000
每月變動成本	500,000	500,000	500,000	500,000
每月淨收入	250,000	500,000	750,000	1,000,000
固定成本	11,500,000	13,500,000	15,500,000	17,500,000
回收時間(月)	46.0	27.0	20.7	17.5

5.2.2 司機之回收時間

在完全由業者負擔系統建置成本下，司機每個月增加的變動成本為 1,800 元(通訊費 500 元+派遣費 1,300 元)，若使用衛星派遣後每月營收成長 3% 以上，則以(F-1)式可算得營運五個月內司機增加的收入便可抵銷增加的變動成本(表 6)。此結果約相當於情境 1 中，營收成長 7%、車輛 600 台且優惠車資下所需的回收時間(圖 3)，因此情境 2 對於司機較為有利。

表6. 情境2司機成本回收情況表

營收成長比例 3%					
月份	增加的淨利	每日營收	累積成長	平均趟次	增加淨利累計
1	-1,800.0	2,000.0	0	18.18	-1,800.0
2	-868.2	2,060.0	0.03	18.73	-2,668.2
3	63.6	2,120.0	0.06	19.27	-2,604.6
4	995.4	2,180.0	0.09	19.82	-1,609.2
5	1,927.2	2,240.0	0.12	20.36	318.0

5.3 情境 3 — 車機費用由司機支出，其餘費用由業者負擔

5.3.1 業者之回收時間

在此情境下，業者之變動成本為每個月 50 萬元之業務費用(通訊費由司機支出)，固定成本則包括派遣中心建置費與辦公設備費等共 550 萬元；而業者之收入為：車輛數×服務費(2,000 元)。投資回收時間之計算公式為： $\text{固定成本} \div (\text{每月總收入} - \text{每月變動成本})$ ，其計算結果如表 7 所示。

表7. 情境3業者回收情形表

車輛數	300輛	400輛	500輛	600輛
每月總收入	600,000	800,000	1,000,000	1,200,000
每月變動成本	500,000	500,000	500,000	500,000
每月淨收入	100,000	300,000	500,000	700,000
固定成本	5,500,000	5,500,000	5,500,000	5,500,000
回收時間(月)	55.0	18.3	11.0	7.9

比較情境 2 與情境 3 之業者回收情形，其結果如圖 4 所示。當車輛數在 400 輛以上時，情境 3 業者之回收時間均較情境 2 時約縮短十個月，若為 300 輛車，其回收速度反而變慢，因此 400 輛車為較適當之車輛規模門檻值。

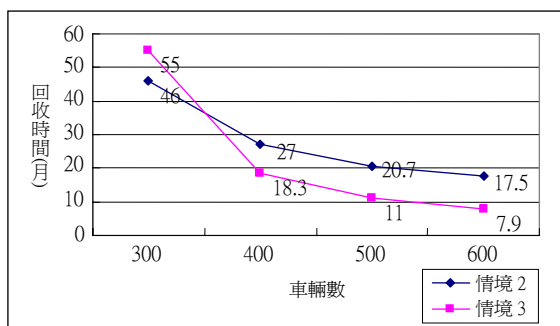


圖 4. 情境 2 與情境 3 業者回收時間趨勢比較圖

5.3.2 司機之回收時間

在此情境下，司機每個月將增加 1,300 元變動成本(通訊費 500 元+派遣費 800 元)，而固定成本則為車機費 20,000 元。表 8 為以(F-1)式計算所得之司機回收情形，在此情境下司機的回收情況介於情境 1 與情境 2 之間。雖然情境 2 中司機繳交的派遣費較情境 1 與情境 3 高，但因其無回收固定成本之問題，且又能提升營收，因此業者獨力負擔建置系統乃對司機較為有利。然而經由與業者訪談得知，大多數業者並無能力負擔龐大的投資費用，因此司機若能分攤業者建置系統的固定成本，此一產業將有較高的機會建置衛星車隊，也才有提高獲利的可能性。

表 8. 情境 3 司機成本回收情況表

營收成長比例	3%	4%	5%	6%	7%
車資不變之回收時間(月)	8.8	7.5	6.6	6	5.5
優惠車資之回收時間(月)	6.4	5.7	5.2	4.7	4.5

5.4 回收時間估算情境 4 — 由政府補助建置系統之固定成本

若由政府補助建置系統之固定成本(派遣中心與車機等硬體設施)，而由業者負擔後續業務費用，則業者之獲利情形將與情境 1 相同(5.1.2 節)。此時司機只需負擔通訊費與派遣費用(共增加 1,300 元)，約只需 4 個月的時間，其增加之收入即可抵銷增加的支出(表 9)。因此，由政府補助建置費用之固定成本對業者和司機而言，均為最有利之方案。

表 9. 情境 4 司機成本回收情況表

營收成長比例 3%					
月份	增加的淨利	每日營收	成長比例	平均趟次	增加淨利累計
1	-1300.0	2000.0	0	18.18	-1300.0
2	-368.2	2060.0	0.03	18.73	-1668.2
3	563.6	2120.0	0.06	19.27	-1104.6
4	1495.4	2180.0	0.09	19.82	390.8

六、結論與建議

- 1、本研究經由問卷調查，計算台中市計程車之價格彈性為 2.9。因此，建置衛星派遣系統後業者若提高車資，其營業收入將不增反降；反之，若車資不因採用衛星派遣系統而上漲，則有六成以上民眾認為其搭乘頻率會增加，即建置衛星計程車派遣系統對於民眾之搭乘意願乃有正面之影響。

- 2、本研究透過與業者深度訪談，針對不同車資、營收成長與車輛數進行衛星計程車建置成本回收之敏感度分析。結果顯示，若由政府補助業者硬體費用，則對業者之獲利與司機之成本回收最為有利；若政府未能補助，則以業者和司機共同合資建置之方式最為有利，司機可於一年內回收投資費用，業者也有機會提高獲利；若由業者獨立支出建置成本，則業者之回收時間介於一年半至四年之間，且投資風險較高，因此可行性較低。
- 3、本研究以台中市為研究範圍，因此分析之結果自當以適用於該地區為限，但研究架構與分析方法則可供後續研究之參考，且若能結合需求面之影響因素，則更具實務上之參考價值。
- 4、本研究主要探討衛星計程車在初期發展下之投資回收情況以作為方案可行之評估，然而可預期未來衛星車隊將普遍被採用，屆時市場之發展將有新的變化，而此等變化則為後續研究不可不重視者。

參考文獻

- 1.洪軍燭、余文民、楊子葆，「先進車隊派遣系統應用於計程車管理之個案研究：新加坡的經驗」，都市交通第 94 期，1997 年 7 月。
- 2.藍武王、周文生、邱裕鈞，「智慧型計程車計費器之系統規劃：IC 卡技術之應用」，都市交通第 94 期，1997 年 7 月。
- 3.王瑞民、郭瑜堅、楊詠凱，「衛星計程車營運安全管理系統介紹與效果分析」，土木工程技術，91~101 頁，2000 年 11 月。
- 4.蘇昭銘、張靖、楊琮平，「智慧型計程車營運安全管理系統之研究」，都市交通季刊第 15 卷第 2 期，15~26 頁，2000 年 9 月。
- 5.黃國平、簡任志，「影響搭乘衛星計程車之因素與構面分析」，中華民國運輸學會第 20 屆論文研討會，2005 年 11 月。
- 6.張學孔、黃世明，「計程車最適費率與空車率之研究」，運輸計畫季刊，第三十二卷第二期，341~364 頁，民國 92 年 6 月。
- 7.Liao, Z., "GPS-based AVLDS and in-vehicle ergonomic interface", Intelligent Transportation Systems 2003 Proceedings, 2003 IEEE, Vol.2, pp.1387-1388.
- 8.Karimi, H. A. & Lockhart, J. T., "GPS-based tracking systems for taxi cab fleet operations", Vehicle Navigation and Information Systems Conference, 1993, Proceedings of the IEEE-IEE, pp.679-682.
- 9.Silva, A. P., and Mateus, G. R., "Location-Based Taxi Service in Wireless Communication Environment", Proceedings of the 36th Annual Simulation Symposium, pp.47-54, 2003.