

คุณภาพของข้อมูลจาก Probe Vehicle ต่อการประมาณค่าเวลาการเดินทาง



นางสาวมัลเรีย บินติ มุस्ताฟา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-1791-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# QUALITY OF PROBE VEHICLE DATA ON TRAVEL TIME ESTIMATION

Miss Masria binti Mustafa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-14-1791-8

481580


Thesis Title : QUALITY OF PROBE VEHICLE DATA ON TRAVEL TIME ESTIMATION  
By : Miss Masria binti Mustafa  
Field of Study : Civil Engineering  
Thesis Advisor : Associate Professor Sorawit Narupiti, Ph.D.

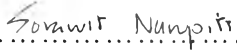
---


Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of Requirements for the Master's Degree


  
..... Dean of the Faculty of Engineering  
(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

#### THESIS COMMITTEE

  
..... Chairman  
(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

  
..... Thesis Advisor  
(Associate Professor Sorawit Narupiti, Ph.D.)

  
..... Member  
(Kasem Choocharukul, Ph.D.)

  
..... Member  
(Associate Professor Ahmad Farhan Mohd. Sadullah, Ph.D.)

มัดเรีย มุสตาฟา: คุณภาพของข้อมูลจาก Probe Vehicle ต่อการประมาณค่าเวลาการเดินทาง (QUALITY OF PROBE VEHICLE DATA ON TRAVEL TIME ESTIMATION), อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ, 113 หน้า. ISBN 974-14-1791-8.

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาคุณภาพและความน่าเชื่อถือของข้อมูลเวลาการเดินทาง และ เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้ระบบ Probe Vehicle ในการจัดหาข้อมูลการเดินทาง ภายใต้สภาพการจราจรที่หลากหลาย การจำลองสภาพการจราจรแบบจุลภาคโดยโปรแกรม Paramics ได้นำมาใช้ในการสร้างข้อมูลเวลาในการเดินทางบนโครงข่ายจำลองที่กำหนดขึ้นโดย สภาพทางเรขาคณิตของโครงข่าย ปริมาณการจราจร และการจัดการควบคุมสัญญาณไฟ เวลาการเดินทางบนช่วงถนน (Link) และ ตลอดสายทาง (Route) ถูกวิเคราะห์โดยมีสถานการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลจาก Probe Vehicles หรือ เรียกว่า ความนิยมในตลาด (Market penetration) และ สภาพการจราจรที่แตกต่างกัน และ นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลเวลาในการเดินทางเฉลี่ยจริง นอกจากนี้ ความแปรผันของเวลาที่ได้จาก Probe Vehicle ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี bootstrap ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างใหม่เพื่อหาความแปรปรวนของสภาพและผลของเวลาการเดินทาง การศึกษาพบว่าข้อมูลเวลาการเดินทางโดย Probe Vehicle และเวลาในการเดินทางจริงเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ในกรณีของการพิจารณาในระดับช่วงถนนและสายทาง ซึ่งอนุมานได้ว่า probe vehicle สามารถให้ข้อมูลที่มีความถูกต้องดีในช่วงสภาพการจราจรที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามในสภาพการจราจรหนาแน่น ซึ่งมีการก่อดวงของแถวคอยแล้ว probe vehicle จะให้ข้อมูลที่มีความถูกต้องลดลง กรณีศึกษาโดยสร้างโครงข่ายที่สภาพแวดล้อมการจราจรใกล้เคียงกับสภาพการจราจรจริงถูกใช้ศึกษาเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลเวลาการเดินทางของสายทางการเดินทางจริง (OD) โดยผลที่ได้ยืนยันว่าข้อมูลเวลาการเดินทางที่ได้นั้นยังคงมีความน่าเชื่อถือ


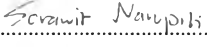
ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา.....ลายมือชื่อนิสิต.....  
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
 ปีการศึกษา.....2548.....

##4770559821: MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD : PROBE VEHICLE SYSTEM/ TRAVEL TIME INFORMATION/  
MICROSIMULATION

MASRIA BINTI MUSTAFA : QUALITY OF PROBE VEHICLE DATA ON  
TRAVEL TIME ESTIMATION. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF.  
SORAWIT NARUPITI, Ph.D., 113 pp. ISBN: 974-14-1791-8.

The purposes of this study were to investigate accuracy and reliability of travel time information and to assess the effectiveness of probe vehicle in providing traffic information (travel time) under various traffic conditions. A widely used traffic microsimulation model, Paramics V5, was used to generate travel time data on a hypothetical network that was built according to geometrics of corridor, traffic flow parameters and configuration of signalized intersection. Average travel time on links and routes were analyzed for various percentage of probe vehicles (market penetration) and traffic flow conditions (level of congestion) and compared to the 'true' average travel time. Moreover, the variation of travel time data obtained from probe vehicles was examined from 'bootstrapping' technique where this method of resampling represents the varying condition for probe vehicles. It was found that the plots of probe vehicle average travel time versus 'true' average travel time for link and route case agreed well which imply the obtainment of travel time accuracy by probe vehicles in a wide range of traffic volumes (situations). However, the probe vehicle performed less accurately when traffic congestion was forming. A case study of network and traffic condition similar to a real world condition was carried out to demonstrate the quality of travel time data from probe vehicles in selected routes (OD). It was clear that when having all vehicles in the link to be probes, the OD estimates are rather reliable.

Department..... Civil Engineering..... Student's Signature.....   
Field of Study..... Civil Engineering..... Advisor's Signature.....   
Academic Year..... 2005.....

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research has been supported and funded by AUN/SEED-Net JICA. The financial support is gratefully acknowledged. A journey is easier when you travel together. Interdependence is certainly more valuable than independence. This thesis is the result of one year of work whereby I have been accompanied and supported by many people. I am deeply indebted to many people for their part in producing this thesis.

I would like to express my gratitude and sincere appreciation to my thesis advisor, Assoc. Prof. Dr. Sorawit Narupiti of Chulalongkorn University for his advise, guidance, commitment, support and ideas given in order to complete this thesis. Special thank to Professor Direk Lavansiri, Dr. Kasem Choocharukul, Assoc. Prof. Dr. Ahmad Farhan Mohd. Sadullah and Assoc. Prof. Dr. Takashi Nakatsuji for imparting their knowledge and wisdom during the preparation of the thesis. I wish to express my warm and sincere thanks to Dr. Jeremy Woolley and Mr. Branko Stazic from University of South Australia for helping me to complete tasks in Paramics V5.

Thank you the International School of Engineering, Graduate School and Department of Civil Engineering of Chulalongkorn University for their great help. Deepest thanks to Mr. Surachet Pravinvongvuth, Mr. Tetsuhiro Ishizaka, my friends in Transportation Research Laboratory and the Aun/Seed-Net sponsored students for their immense support in helping me to pull through the difficult times. My gratitude is also extended to my best friends in Malaysia for their motivation.

I would also like to express my deepest love and gratitude to my family, especially to my parents Mustafa bin Joned and Faridah binti Sani and also my sisters Maslina binti Mustafa and Maslini binti Mustafa for assisting me during the preparation of this thesis. I can only say a world of thanks to the prayers, patience and untiring support in every way.

# TABLE OF CONTENTS

		<b>Page</b>
Abstract (Thai).....		iv
Abstract (English) .....		v
Acknowledgments.....		vi
Table of Contents.....		vii
List of Tables.....		ix
List of Figures.....		x
Chapter	I	Introduction.....1
	1.1	General.....1
	1.2	Objectives.....4
	1.3	Scope of the Research.....4
	1.4	Thesis Organization.....7
Chapter	II	Literature Review.....8
	2.1	Introduction.....8
	2.2	Current Status of Traffic Information .....8
	2.3	Traffic Data Gathered From Probe Vehicle.....10
	2.3.1	General Discussion about Probe Vehicle.....10
	2.3.2	Evaluation of Probe Vehicle as a Source of Traffic Information Survey.....11
	2.3.3	Advantages And Disadvantages of Using Probe Vehicle Data.....13
	2.4	Traffic Microsimulation.....14
	2.4.1	Introduction to Simulation.....14
	2.4.2	The Utilization of Microsimulation in Traffic Information Survey.....17
	2.4.3	Using Paramics Microsimulation.....18

	<b>Page</b>
	2.4.4 The Overview of Paramics V5 Software
	Package. ....22
	2.4.5 Paramics API Function.....25
	2.5 Gaps from the Previous Research.....26
Chapter	III Research Methodology.....27
	3.1 Software Specification-Paramics.....31
	3.2 Hypothetical Network.....32
	3.3 Network Optimization in Synchro Software.....36
	3.4 Simulation with Paramics.....38
	3.4.1 Network Simulation.....38
	3.4.2 Paramics Programming (API Function).....40
	3.4.3 Data Analysis.....44
	3.5 Case Study.....47
Chapter	IV Data Analysis and Discussions.....53
	4.1 Link Travel Time.....53
	4.2 Route Travel Time.....77
	4.3 OD Travel Time.....94
Chapter	V Conclusions and Future Works.....98
	5.1 Conclusions.....98
	5.2 Future Works.....102
	References.....105
	Appendix.....109
	Biography.....113



## LIST OF TABLES

	<b>Page</b>
Table 2.1 Pros and cons of using probe vehicle technology as compared to detector based in terms of the cost and data accuracy (Turner et al., 1998).....	14
Table 3.1 Level of service (LOS) for every traffic volume specified.....	37
Table 3.2 Cycle length and offset of intersections in test network.....	38
Table 3.3 Format of the output files from Paramics.....	43
Table 3.4 Delay and Level of Service (LOS) of each intersection.....	51
Table 3.5 Demand specified in Paramics for the selected OD.....	52
Table 4.1 ‘True’ and probe vehicle travel time comparison.....	69
Table 4.2 Average ‘true’ travel as compared to probe vehicle.....	79
Table 4.3 Link by link average travel time and standard deviation.....	80
Table 4.4 95% confidence interval for the average route probe vehicle travel time for traffic volume 4000 veh/h, 6000 veh/h, 8000 veh/h, 10000 veh/h, 12000 veh/h (interval bounds are in minutes) .....	92
Table 4.5 Average bootstrap travel time and standard deviation.....	92
Table 4.6 Average travel time, standard deviation and number of vehicles traveling from and to each OD pair.....	95
Table 4.7 Average travel time, standard deviation and number of vehicles travel on link by link basis.....	95

## LIST OF FIGURES

	<b>Page</b>
Figure 1.1 Probe vehicle information system (Maekawa, 2004).....	3
Figure 1.2 Typical equipment setup for the GPS test vehicle technique (Turner et al.,1998).....	3
Figure 1.3 Schematic diagram of travel time measurement (Cambridge Systematics, Inc. and Texas Transportation Institute,2005).....	5
Figure 2.1 Basic driver perception-action process (Hakkinen et.al., 1991 cited in Pursula, 1999).....	15
Figure 2.2 Vehicle object's interactions in a simulation system (Kosonen, 1996 cited in Pursula, 1999).....	15
Figure 2.3 Example of using Paramics program starting from aerial photo, network coding, and input data (such as OD demands, signal timing).....	20
Figure 2.4 Display of Paramics include the movement of each vehicle move and signal phasing.....	21
Figure 2.5 High details as in the pictures in Paramics.....	21
Figure 2.6 Paramics Modeler screen layout.....	23
Figure 2.7 Skeleton road network.....	23
Figure 2.8 The Paramics development cycle (Pursula, 1999).....	24
Figure 2.9 Framework of the capability-enhanced Paramics simulation.....	26
Figure 3.1 General methodology employed in this study.....	29
Figure 3.2 Process to generate travel time data in Paramics V5.....	30
Figure 3.3 Hypothetical network configuration indicating number of lanes.....	33
Figure 3.4 Hypothetical network indicating zones and links number.....	34
Figure 3.5 Turning type specified in Paramics.....	37
Figure 3.6 Development of extracting travel time data .....	39

	<b>Page</b>
Figure 3.7 Paramics simulation process with API modules as in Chu, Leu and Recker, 2003.....	41
Figure 3.8 Process of extracting travel time data using Paramics API.....	42
Figure 3.9 Bootstrap iteration for probe vehicle resampling.....	46
Figure 3.10 Network built in Paramics for case study .....	48
Figure 3.11 Network with arrows showing the route taken by vehicles.....	49
Figure 3.12 Screenshot of intersections with traffic signals within the network.....	50
Figure 4.1 Average probe vehicle travel time (bootstrapped) versus ‘true’ average link travel time.....	55
Figure 4.2 Example of average probe vehicle travel times as a function of ‘true’ probe vehicle travel times from 200 bootstrapped for traffic volume 4000 veh/h.....	59
Figure 4.3 Standard deviation of travel times from probe vehicles compared to ‘true’ average link travel times under various traffic conditions.....	61
Figure 4.4 Coefficient of variation of the travel time estimates.....	66
Figure 4.5 Standard deviation as a function of probe vehicle percentage.....	74
Figure 4.6 Distribution of number of probe vehicle on the route.....	85